This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

Class

Die Behandlung und Anwendung des Stalldüngers.

Von

Dr. A. Stutzer,
Professor und Direktor des agrikulturchemischen Institutes der Universität zu Königsberg.

Zweite, sehr vermehrte Auflage
von
„Die Arbeit der Bakterien im Stalldünger".

Mit 19 Textabbildungen.

Berlin.
Verlagsbuchhandlung Paul Parey.
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., Hedemannstraße 10.
1903.

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF

S655
S8

GENERAL

Übersetzungsrecht vorbehalten.

Vorwort.

Über die Behandlung und die Anwendung des Stalldüngers sind manche größere und kleinere Mitteilungen in der landwirtschaftlichen Literatur zu finden. Wenn ich es unternehme, den Gegenstand in diesem Buche einheitlich zu behandeln und das vorliegende Material zu sichten, so geschieht dies mit Rücksicht auf die Tatsache, daß die Behandlung des Stalldüngers im allgemeinen noch immer eine recht mangelhafte ist. Nachdem die Vertreter der Wissenschaft mit großem Erfolge der Erforschung des Stalldüngers sich angenommen haben und Aufklärungen in dieses bisher ziemlich dunkle Gebiet brachten, ist es dringend nötig, daß die Praxis von den Ergebnissen der Forschung Nutzen zieht. Um dieses Ziel zu erreichen, dürfte es erforderlich sein, daß der Landwirt mit den Resultaten der Wissenschaft sich bekannt macht.

Das Buch ist für den gebildeten praktischen Landwirt geschrieben. Dennoch glaubte ich einer einigermaßen populären Ausdrucksweise mich befleißigen zu müssen. Wenn z. B. wiederholt von „löslichem" oder von „unlöslichem" Stickstoff in dem Buche die Rede ist, so bitte ich die Chemiker, die dies lesen, mir daraus keinen Vorwurf machen zu wollen. Genau genommen gibt es keinen löslichen oder unlöslichen Stickstoff, sondern nur Stickstoff-Verbindungen, welche diese Eigenschaften haben. Ich glaubte aber trotzdem, in dieser Hinsicht einer allgemein bei den Landwirten eingeführten Ausdrucksweise mich bedienen zu dürfen im Hinblick auf den Umstand, daß der Inhalt des Buches dazu dienen soll, wissenschaftliche Begründungen über die Eigenschaften des Stalldüngers dem Leser in der ihm gewohnten Sprache leichter verständlich zu machen.

Die erste Auflage des Buches erschien vor einigen Jahren unter dem Titel: „Die Arbeit der Bakterien im Stalldünger". Die neue Auflage wurde ganz wesentlich erweitert.

In den ersten beiden Abschnitten habe ich die Tätigkeit der im Stalldünger und im Boden enthaltenen Bakterien, soweit solche zur Erhöhung der Fruchtbarkeit der Felder in Betracht kommen, vom vorwiegend wissenschaftlichen Standpunkte aus betrachtet und in den letzten Abschnitten bin ich auf die praktische Nutzanwendung der gesammelten Erfahrungen näher eingegangen.

Möge das Buch eines jener „kleinen Mittel" sein, welche den Zweck haben, einen Beitrag zur Hebung der daniederliegenden Landwirtschaft zu liefern.

Königsberg, im April 1903.

Der Verfasser.

Inhalt.

I. Abschnitt.

Die Tätigkeit der Bakterien im Stalldünger.

Seite

1. Die Verluste, welche der Stalldünger beim Aufbewahren an „Menge“ erleidet . . 2
2. Die Wärmeerzeugung im Stalldünger 5
3. Die Veränderungen, welche der Stalldünger beim Aufbewahren an „Güte“ erfährt 8
   a) Die Veränderungen allgemein betrachtet 8
   b) Verluste an Ammoniak 10
   c) Die Verluste an Stickstoff im elementaren Zustande 12
   d) Die Wertverminderung des Düngers durch den Übergang von leicht löslichen in schwerer lösliche Stickstoffverbindungen 15

II. Abschnitt.

Die Tätigkeit der im Boden enthaltenen Bakterien.

A. Die Arbeit der Bakterien in einem mit Stalldünger nicht frisch gedüngten Boden 17
   1. Die Oxydation der organischen Stoffe und die damit in Zusammenhang stehenden Veränderungen des Bodens 17
   2. Die Bildung von Ammoniak 20
   3. Die Bildung von Salpeter 23
   4. Die Bakterien der Leguminosenpflanzen 27
   5. Die Bereicherung des Bodens an Stickstoff durch andere Bakterien 36
B. Die Tätigkeit der Bakterien nach vorheriger Düngung mit Stallmist 40

III. Abschnitt.

Die Erzeugung und die Behandlung des Stalldüngers.

1. Allgemeines über die Erzeugung des Stalldüngers und dessen Bestandteile . . . 44
2. Die Menge des erzeugten Düngers 45
3. Der Gehalt des Düngers an wichtigen Pflanzennährstoffen 46
4. Die Erzeugung und die Behandlung des Düngers in einem gewöhnlichen Flachstalle 50
5. Die verschiedenen Streumaterialien 50
   a) Strohstreu 50
   b) Torfstreu 51
   c) Laubstreu 54
   d) Erd-, Plaggen- und Heidestreu 54
6. Die Einrichtung der Düngerstätte und der Jauchegrube 55
   a) Die Lage der Düngerstätte 55
   b) Die Form der Düngerstätte 56

Seite

c) Die sonstige Einrichtung der Düngerstätte 57
d) Der Jauchebehälter 58
e) Die äußere Umgebung der Düngerstätte 61
f) Einheitliche Bestimmungen für die Anlage von Musterdüngerstätten . . . 63
7. Die Behandlung des Düngers auf dem Hofe 64
a) Mechanische Hilfsmittel 67
b) Chemisch wirkende Hilfsmittel 71
I. Der Gips oder das Calciumsulfat 71
II. Präzipitatgips 72
III. Superphosphatgips und Superphosphat 72
IV. Schwefelsäure 74
V. Kainit 77
c) Wie lange soll der Dünger auf der Düngerstätte lagern? 79
8. Die Jauche 79
9. Tief- und Laufställe 85
10. Die Beschaffenheit des Tiefstalldüngers 90
11. Die Behandlung des Düngers auf dem Felde 93
a) Das Liegenlassen des Düngers in Haufen 94
b) Das Liegenlassen im gebreiteten Zustande 96
c) Die Aufbewahrung des nicht sofort verwendbaren Düngers auf dem Felde 98
d) Das Unterpflügen des Düngers 99
e) Tiefes und flaches Unterpflügen des Stalldüngers 101
f) Die Verwendung der Jauche auf dem Felde 103

IV. Abschnitt.

Die Wirkung des Stalldüngers.

1. Die Wirkung der Rohmaterialien, aus denen der Stallmist entsteht 106
a) Die Wirkung des Kotes 106
b) Die Wirkung des Harns 109
c) Die Wirkung von frischem Stroh, allein gegeben und im Gemenge mit Kot und Harn 109
2. Allgemeines über die Wirkung des Stalldüngers 113
a) Die Wirkung des Stickstoffs im Stalldünger 113
b) Die Wanderung des aus dem Stalldünger herstammenden Stickstoffs in die Wurzeln und in die Blätter der Pflanzen 119
c) Die Ermittelung der physikalischen Wirkung des Stalldüngers 120
d) Die Wirkung von frischem und von altem, von frühzeitig und von spät untergepflügtem Stallünger 123
e) Ist es besser, den im Herbste aufs Feld gebrachten Stalldünger sofort unterzupflügen oder ihn gebreitet während des Winters liegen zu lassen? . . . 124
3. Die Steigerung der Erträge durch verschiedene Sorten von Stalldünger . . . 126
a) Die Wirkung von Rindviehmist aus Tiefställen und aus Flachställen, von offener und von überdachter Düngerstätte 126
b) Vergleiche zwischen der Wirkung von Schafmist und von Rindviehmist . . 128
c) Die Wirkung von Stalldünger, welcher mit Zugabe von Torf im Stalle gewonnen wurde 128

Seite

4. Kann die Beschaffenheit des Stalldüngers einen Einfluß auf die Qualität der Ernteprodukte ausüben? 130
5. Die Nachwirkung von Stalldünger 131
6. Die ungleiche Ausnutzung des im Stalldünger enthaltenen Stickstoffs in verschiedenen Jahren 133
7. Die Wirkung von Mineraldünger neben Stallmist 136
8. Was kostet der Stalldünger und wie hoch wird derselbe verwertet? 144
9. Die Menge des anzuwendenden Stalldüngers 150
10. Lassen Höchsterträge an Ernteprodukten bei Zuckerrüben und bei Kartoffeln durch Stallmist oder durch den alleinigen Gebrauch von Handelsdünger sich erzielen? 152
11. Die Düngung der Kulturpflanzen mit Stallmist 155
    a) Hackfrüchte, Möhren und andere Wurzelgewächse 155
    b) Raps und sonstige Ölpflanzen 155
    c) Getreide 156
    d) Kleearten und Hülsenfrüchte 157
    e) Hopfen, Tabak und andere Handelsgewächse 158
    f) Der Gebrauch des Stalldüngers im Obst- und im Weinbau 158
    g) Der Gebrauch des Stalldüngers für den Gemüsebau und im gärtnerischen Betriebe 159
12. Rückblicke auf die Vergangenheit und Aufgaben für die Zukunft 160

Literatur-Nachweise 163

Sachregister 107

Abbildungen.

Seite

1. Bacillus mycoides 22
2. Bacillus subtilis mit Sporen 22
3. Nitritbildner 26
4. Salpeterbildner (Nitratbildner) 26
5. Wurzelknöllchen an Serradella 29
6. Wurzelknöllchen an Lupinen 29
7. Vegetationsversuche zum Nachweis der Aufnahme von freiem Stickstoff durch Leguminosen (nach P. Wagner-Darmstadt) 30
8. Vegetationsversuch mit Lupinen zum Nachweis der Abhängigkeit der Aufnahme von freiem Stickstoff durch Bakterien nach Hellriegel 31
9. Stäbchenförmige Bakterien aus den Knöllchen von Phaseolus vulgaris 32
10. Bakterioden von Trifolium pratense (Rotklee) 32
11. Bakterioden von Vicia sativa (Wicke) 33
12. Azotobakter 37
13. Düngerstätte für 40 Stück Großvieh 57
14. Jauchepumpe 60
15. Düngerhaken 65
16. Werkzeichnung zu einer Befestigungsvorrichtung der Kühe im Laufstall 88
17. Querschnitt der beweglichen Futterkrippe 88
18. Querschnitt eines Krippenverschlusses 89
19. Einfacher Streustrohschneider 89

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

I. Abschnitt.

Die Tätigkeit der Bakterien im Stalldünger.

In dem letzten Jahrzehnt hat die Kunde von den Bakterien das Interesse der Bewohner aller Länder in hohem Grade in Anspruch genommen. Und zwar mit vollem Recht. Die Urheber der gefürchtetsten Krankheiten, der Cholera, der Tuberkulose, der Diphtheritis, der Pest, wurden entdeckt, und wenn auch die an diese Entdeckungen geknüpften Hoffnungen, daß man nun zugleich die Mittel der wirksamen Bekämpfung dieser Übeltäter finden würde, nur in sehr beschränktem Maße bisher in Erfüllung gegangen sind, so wird trotzdem das Interesse vieler Menschen der Bakterienkunde dauernd sich zuwenden, sie ist eine populäre Wissenschaft.

Viele, die von Bakterien gelegentlich mal etwas hören, pflegen mit diesen den Begriff von unheimlichen kleinen Kobolden zu verbinden, die bald diese, bald jene tückische Krankheit veranlassen. Glücklicherweise haben die wenigsten Arten von Bakterien solche schlechte Eigenschaften, man spricht nur häufiger von diesen als von jenen, die still und unschuldig ihr Dasein fristen oder den Menschen nützlich sich erweisen.

In den letzten Jahren wurde der hohe Wert der Bakterien für die Landwirtschaft immer mehr erkannt. Diese kleinen Organismen werden schon heute in ziemlich ausgedehntem Maße beispielsweise bei der Erzeugung von Butter bester Qualität benutzt, und sind sie auch bei der Reifung der Käse in hervorragender Weise beteiligt.

Eine noch wichtigere Tätigkeit haben die Bakterien auf dem Gebiete der Pflanzenproduktion zu entfalten. Sie vermitteln den Übergang des freien atmosphärischen Stickstoffs der Atmosphäre in gebundene Form, sie verwandeln die in den Boden gebrachten stickstoffhaltigen Dungstoffe in Salpeter, in die von den Halmfrüchten und von den Hackfrüchten mit Vorliebe aufgenommene Stickstoffnahrung.

Von den zahlreichen Beziehungen dieser kleinen Lebewesen zur Landwirtschaft dürfte insbesondere das Verhalten der Bakterien im Stalldünger und im Boden und die Veränderungen, welche sie hier hervorbringen, ein allgemeineres Interesse beanspruchen.

1. Die Verluste, welche der Stalldünger beim Aufbewahren an „Menge" erleidet.

Wenn wir Stalldünger auf dem Hofe längere Zeit liegen lassen, so verschwindet ein Teil desselben. Aus einem großen Haufen wird ein Häufchen. Je mehr der Mist „schwindet", desto weniger können wir später davon aufs Feld fahren. Es ist wichtig, die Ursachen der Abnahme genau kennen zu lernen und zu verhindern, daß der Dünger gar zu viel an „Menge" verliert. Um hierüber nähere Aufklärungen zu erhalten, müssen wir zunächst wissen, woraus der Stallmist besteht.

Der Stalldünger besteht seiner Hauptmasse nach ursprünglich aus Stroh, das mit den flüssigen und den festen Ausscheidungen der Tiere gemengt ist. Beim Aufbewahren des Düngers wird dieser infolge einer durch Bakterien bewirkten Gärung verändert.

Die Zusammensetzung des Stallmistes ist recht verschieden, je nach der Menge der verwendeten Einstreu, der Gattung der Tiere, welche vorzugsweise zur Erzeugung des Düngers dienten, dem Alter u. s. w. Im allgemeinen kann man annehmen, daß Stalldünger, bei dessen Gewinnung vorzugsweise Rindvieh diente, in 10 Doppelzentner enthält:

	Organische Stoffe	Wasser	Mineralstoffe
ganz frisch	210 kg	750 kg	40 kg
nach mehrmonatlicher Lagerung auf dem Hofe	170 „	770 „	60 „
vergorener Dünger aus einem Tiefstall .	200 „	750 „	50 „

Die Veränderungen, beispielsweise die Verminderung der organischen Stoffe von 210 auf 170 Teile, wird durch Bakterien bewirkt, und beginnt deren Tätigkeit bereits im Stalle. Die Bakterien sind sehr kleine lebende Wesen, welche zur Unterhaltung ihres Lebens essen und trinken. Sie haben die Fähigkeit, in kurzer Zeit und reichlich sich zu vermehren. Viele Arten derselben sind schnell beweglich, so daß sie in Flüssigkeiten und überhaupt in feuchtem Material ihrer Nahrung leicht nachgehen können. Aus völlig trocknen Stoffen werden Bakterien durch Wind und durch den Luftzug fortgetrieben, sie sind in den feinsten Luftstäubchen enthalten, die man sieht, wenn ein Sonnenstrahl in einen nicht sehr hellen Raum fällt. Die Bakterien werden somit durch die Luft übertragen, und sie befinden sich in besonders reichlicher Menge in den Viehställen, wo ihnen Wärme, Feuchtigkeit und Nahrung geboten ist.

Es gibt sehr verschiedene Arten von Bakterien. Sie sind so klein, daß wir sie nur mit Hilfe eines sehr guten Mikroskopes erkennen können. Im Stalle macht jedoch eine Gattung einem unserer Sinnesorgane sich bemerkbar. Diese lebt von den flüssigen Ausscheidungen der Tiere, sobald solche in den Stall geflossen sind, und zersetzen sie den darin enthaltenen Harnstoff unter Entstehung von kohlensaurem Ammoniak. Betritt man einen schlecht gelüfteten Stall, beispielsweise einen Pferdestall, in welchem die Pferde einen Tag lang ruhig gestanden haben, so bemerkt man einen eigentümlichen stechenden Geruch. Jeder

Chemiker, der einen solchen Stall betritt, wird sagen: Das ist Ammoniak. Ein Teil dieses Ammoniaks verflüchtigt sich in die Luft, jedoch verbleibt der größte Teil in der feuchten Streu. Das Ammoniak ist alkalisch und löst es infolgedessen gewisse Anteile des Kotes und des Strohes; es werden insbesondere färbende organische Stoffe aus diesen Materialien ausgezogen und nennt man die braun gefärbte, riechende Flüssigkeit nun „Jauche" (Pfuhl, Gülle).

Weitere tiefgreifende Zersetzungen kommen in einem gewöhnlichen Flachstalle nicht vor, weil der mit der Einstreu gemengte Kot und Harn der Tiere hier nur wenige Tage liegen bleibt. Eine wesentliche Veränderung tritt dagegen im Tiefstall ein und ganz besonders beim Lagern des Düngers auf dem Hofe.

Der Dünger wird auf die Düngerstätte des Hofes gebracht, dort gebreitet und festgeschichtet. Hier beginnt eine ganz kräftige Wirkung von Bakterien der verschiedensten Arten. Die Ammoniak-Bakterien wollen wir unberücksichtigt lassen. Sie sind zwar in dem auf dem Hofe lagernden Dünger noch vorhanden, aber ihre Lebensaufgabe ist vollendet, sie kommen hier weniger in Betracht. Ihr eigentlicher Lebenszweck bestand darin, daß die flüssigen Ausscheidungen der Tiere für die Ernährung anderer, jetzt in die Erscheinung tretender Bakterien vorbereitet wurden.

Das in der Mistflüssigkeit enthaltene Ammoniak lockert die Struktur des als Einstreu verwendeten Strohes. Das Ammoniak wirkt auch chemisch lösend auf gewisse Bestandteile ein, und ist nun der Tisch gedeckt für eine große Gruppe zahlreicher Bakterien, welche wir mit einem Sammelnamen als „Fäulnisbakterien" bezeichnen wollen.

Diese Fäulnisbakterien können nach der vorbereitenden Tätigkeit der anderen erwähnten Arten ihren Hunger und Durst hinreichend befriedigen; sie zersetzen die organischen Stoffe, indem sie das kohlenstoffhaltige Material, namentlich dasjenige des vorhandenen Strohes, schließlich in Kohlensäure verwandeln. Die Kohlensäure ist flüchtig, sie entweicht in die Luft, der Düngerhaufen wird allmählich kleiner, das Gewicht des Düngers vermindert sich immer mehr, je länger dieser auf dem Hofe liegt.

Die Fäulnisbakterien haben nicht nur das Bedürfnis, zu essen und zu trinken und sich stark zu vermehren, sondern sie wollen auch atmen, sie müssen — chemisch ausgedrückt — Sauerstoff aufnehmen. Die entstehende Kohlensäure ist das Oxydationsprodukt, welches bei der Atmung sich bildet.

Es liegt bei einer Erklärung dieser Tatsache nahe, auf ähnliche Vorgänge in der Tierwelt zurückzugreifen, und stelle ich die Frage: Was erzeugen die Tiere bei der Atmung? Diese verzehren in der Nahrung Kohlehydrate, also Stoffe, die zur Gruppe des Stärkemehls und des Zuckers gehören, sie fressen überhaupt organisches, Kohlenstoff enthaltendes Material. Aus der Luft atmen sie Sauerstoff durch die Lungen ein und Kohlensäure tritt als Ausscheidungsprodukt aus den Lungen aus.

Bei den Bakterien findet ein ähnlicher Vorgang statt, wenn auch selbstverständlich die Organe und die ganzen äußeren Verhältnisse, unter denen dies

geschieht, völlig andere sind als bei den höheren Tieren. Es besteht in chemischer Hinsicht aber auch ein Unterschied zwischen den Atmungsvorgängen beim Tier und der Atmung vieler Bakterienarten. Haben diese kleinen Lebewesen atmosphärische Luft zur Verfügung, so verbrauchen sie solche. Aber was machen z. B. die Fäulnisbakterien im Innern der Düngermasse, wohin die Luft nicht gelangt, wenn der Dünger fest lagert? — Dies werde ich zu erklären suchen.

Lassen wir den Dünger ungefähr 3 Monate lang auf dem Hofe locker liegen, so verschwinden 40 bis 50 % der organischen Masse. Wird der Mist recht fest zusammengepreßt, dann wird in der gleichen Zeit der Verlust vielleicht nur halb so groß sein. Eine Verminderung des Gewichtes, ein Entweichen von Kohlensäure findet aber auch bei dem denkbar sorgfältigsten Abschluß der Luft statt. Die im Dünger lebenden Organismen müssen demnach den zur Bildung von Kohlensäure nötigen Sauerstoff auch aus einer anderen Quelle beziehen können, als aus der Luft. Der Atmungsvorgang muß ein anderer sein.

Die Forschungen haben ergeben, daß viele Bakterien und namentlich solche, welche die Fäulnis herbeiführen, eine sogenannte intramolekulare Atmung vollziehen. Die Kohlehydrate, welche ihnen namentlich hier im Stroh zur Verfügung stehen, enthalten neben dem Kohlenstoff bekanntlich auch Sauerstoff und Wasserstoff. Fehlt den kleinen Organismen im Innern des Düngerhaufens der freie atmosphärische Sauerstoff und kann die uns umgebende Luft nach dort nicht eindringen, so haben sie einen großen Hunger nach diesem wichtigen Lebenselement und sind sie fähig, aus den Kohlehydraten den dort in gebundener Form vorhandenen Sauerstoff herauszureißen. Hierbei bleibt eine organische Masse zurück, die prozentisch ärmer an Sauerstoff und prozentisch reicher an Kohlenstoff ist, als vorher. Wir wollen annehmen, die Nahrung der Bakterien bestände aus einer Substanz, welche in 100 Teilen enthält:

Kohlenstoff . .	40 Teile,
Sauerstoff . . .	50 „
Wasserstoff . .	10 „
	100.

Werden nun von den Bakterien 20 Teile des Sauerstoffs fortgenommen und zur Atmung verwendet, so sind die 40 Teile des Kohlenstoffs nicht mehr in 100, sondern nur in 80 Teilen der verbleibenden Substanz enthalten, oder mit anderen Worten, der prozentische Gehalt an Kohlenstoff stieg von 40 auf 50 %. — Hiermit soll nur die Möglichkeit der prozentischen „Anreicherung" des Kohlenstoffs erklärt werden. So glatt, wie eben angedeutet, verläuft die Zersetzung nicht, sondern der Vorgang ist ein sehr mannigfaltiger.

Gleichzeitig verändert sich die physikalische Struktur des Strohes. Mit zunehmendem Kohlenstoff-Gehalt des Strohes bräunt sich der Dünger immer mehr, und nennen wir diesen Vorgang die Gärung des Mistes, welche von großer Wichtigkeit für dessen Wirksamkeit auf dem Felde ist.

Hierbei wird also, wie ich schon sagte, der Dünger dunkler gefärbt, es entweicht während dieses Vorganges aus den organischen Bestandteilen, infolge

einer eigentümlichen Atmung der Bakterien, fortwährend Kohlensäure und bleibt eine an Kohlenstoff angereicherte Masse zurück.

Aus diesen Darlegungen wollen Sie ersehen, in welcher Weise die Verluste des Düngers an „Masse" entstehen und auf welche Ursachen die Veränderungen des Mistes zurückzuführen sind, die wir die Gärung des Stalldüngers nennen.

Das dadurch bedingte „Schwinden" des Stalldüngers beim Aufbewahren desselben ist eine allbekannte Tatsache. Die hierbei stattfindenden Verluste können recht verschieden sein. Sind die Bakterien vorzugsweise darauf angewiesen, den zur Atmung nötigen Sauerstoff durch eine „intramolekulare" Atmung sich zu verschaffen, indem sie, wie vorhin angedeutet, aus ihrer Nahrung einen Teil des Sauerstoffs herausreißen und eine dunkler gefärbte, an Kohlenstoff reichere Masse hinterlassen, so bleibt immerhin eine Menge von Material zurück, wenn auch ein gewisser Teil bei der Atmung verloren geht. Jede Atmung, auch die intramolekulare, beruht auf einem Verbrauch von Sauerstoff und auf einer Ausgabe von Kohlensäure; die Kohlensäure ist flüchtig und somit ein wirklicher Verlust an organischer Substanz ganz unvermeidlich.

Viel größere Verluste treten ein, wenn den Bakterien so viel von atmosphärischem Sauerstoff zur Verfügung steht, daß sie auf die für sie umständlichere „intramolekulare" Atmung nicht angewiesen sind. Dann verbleibt kein Rest von halbzersetztem Material, sondern dieses wird vollständig oxydiert und der gesamte Kohlenstoff in flüchtige Kohlensäure verwandelt.

Die Verluste des Stalldüngers an „Masse" sind demgemäß um so größer, je lockerer der Dünger lagert, je größere Mengen von atmosphärischem Sauerstoff in das Innere des lagernden Düngerhaufens eindringen und hier zur Atmung der Bakterien verwendet werden können.

Die geringsten Verluste treten in einem Tiefstall ein, in welchem die Tiere sich frei bewegen und fortwährend den Dünger festtreten und dadurch die Luft von den in voller Gärung sich befindlichen Schichten des Düngers abschließen. Die größten Verluste sind bei einer mehrere Monate dauernden Aufbewahrung des Düngers auf dem Hofe zu verzeichnen, wenn hier der Dünger nicht festgetreten, nicht schichtenweise gebreitet wird, sondern „schubkarrenweise" bald hier, bald dort in Hügeln lagert.

Unter besonders günstigen Verhältnissen werden wir im Laufe von mehreren Monaten mit einem Verluste von 25 % an Masse zu rechnen haben. Unter ungünstigen Verhältnissen beträgt der Verlust erfahrungsgemäß bis zu 50 %.

2. Die Wärmeerzeugung im Stalldünger.

Wenn der Dünger im Winter auf den Hof gebracht wird, so sehen wir, daß er dampft. Im Sommer bemerken wir die Dämpfe weniger, aber die Verdunstung ist in der heißen Jahreszeit keineswegs geringer, sondern im Gegenteil noch größer. Der Unterschied unserer Beobachtungen besteht nur darin, daß im

Sommer die Ausdünstungen dampfförmig bleiben und nicht sichtbar sind, während im Winter eine Verdichtung zu sichtbarem Dampfe erfolgt.

Steckt man ein Thermometer recht tief in den Düngerhaufen hinein, so sieht man, daß die Temperatur hier höher ist als diejenige der Luft und auch höher als die Wärme im Stalle, wo der Dünger erzeugt wurde. Ohne Zweifel wird bei der Lagerung des Düngers Wärme neu hervorgebracht, und sind es Bakterien, welche wir für die Wärmeproduktion verantwortlich machen müssen.

Ich kann nicht umhin, auf ähnliche Beziehungen hinzuweisen, die im Körper der Tiere bei der Erzeugung von Wärme stattfinden. Die Wärme der Tiere wird dadurch hervorgebracht, daß in dem Körper derselben Sauerstoff auf organische Materialien einwirkt und zur Entstehung von Kohlensäure Anlaß gibt. Es findet hierbei gewissermaßen eine Verbrennung statt, jedoch ohne Flamme, auch ist die Temperatur, welche hervorgebracht wird, nicht hoch, sie beträgt bei den landwirtschaftlichen Nutztieren 37 bis 40° C.

Bei den Bakterien kann man einen ganz ähnlichen Vorgang beobachten. Die Wärmebildung ist auch hier auf eine Oxydation von organischen Stoffen unter Entweichen von Kohlensäure zurückzuführen. Ein wesentlicher Unterschied im Vergleich zu den diesbezüglichen Verhältnissen beim Tier besteht darin, daß die Bakterien nicht eine gleichmäßige Temperatur erzeugen, sondern diese kann innerhalb sehr weiter Grenzen schwanken.

Die Tiere gebrauchen die Wärme, um das Innere ihres Körpers auf einer gleichen Temperatur zu halten, und ist die Ausstrahlung von Wärme nicht nur von der Temperatur der umgebenden Luft abhängig, sondern auch von dem Verhältnis der Masse des Körpers zu der Körperoberfläche. Je größer die Oberfläche ist, desto mehr Gelegenheit wird zur Ausstrahlung von Wärme gegeben. Ein mageres Tier, bei dem man die Rippen zählen kann, hat mehr von Kälte zu leiden, als ein wohlbeleibtes.

Die Bakterien sind sehr klein und strahlen diese Lebewesen die erzeugte Wärme recht schnell wieder aus.

Im übrigen verläuft die Wärmebildung hier genau nach den gleichen Naturgesetzen, wie bei den höheren Tieren. Sie entsteht aus den verdaulichen Anteilen der verzehrten Nahrung durch die Einwirkung von Sauerstoff. Physikalisch betrachtet ist die Wärme eine „Kraft", die ursprünglich von der Sonne in Form von Licht ausging und bei dem Vorgange der Bildung organischer Substanz in der belichteten Zelle der Pflanzenblätter als „chemische Spannkraft" abgelagert wurde. Dort kann sie, als solche, lange ruhen. Heizen wir die Öfen mit Holz oder mit Steinkohlen, so vereinigt sich der Sauerstoff der Luft mit dem Kohlenstoff und die bisher in den Heizmaterialien ruhende Kraft empfinden wir als Wärme und als Licht.

Verzehrt der Mensch Nahrungsmittel, so werden diese durch den durch die Lungen eingeatmeten Sauerstoff teilweise zersetzt und die hierbei frei werdende Kraft macht als Wärme sich uns bemerkbar. Zur Hervorbringung von Körper-

wärme ist es unerläßlich, daß der Körper, wenn dieser auf seinem Bestande erhalten bleiben soll, sowohl Nahrungsmittel, wie auch Sauerstoff aufnimmt.

Die Bakterien haben im Dünger sehr reichliche Nahrung, aber beschränkte Mengen von Sauerstoff. Die Höhe der Wärme, welche die im Dünger lebenden Bakterien hervorbringen, ist annähernd proportional dem ihnen zur Verfügung stehenden Sauerstoff.

Soll die Zersetzung langsamer verlaufen und die Gärung nicht zu schnell vor sich gehen, wollen wir, daß die „Masse" des Mistes nach ungefähr 3 monatlicher Lagerung nicht um 40 % zurückgeht, sondern nur um 15 bis 20 %, dann müssen wir den Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffs zum Dünger möglichst einschränken.

Im Innern des angesammelten Düngers soll die Atmung der Bakterien nur eine intramolekulare sein. Diese besondere Art der Atmung können und dürfen wir nicht einschränken, denn die Vergärung des Mistes, die Verwandlung der Kohlehydrate in Substanzen mit höherem Kohlenstoff-Gehalt ist durchaus nötig, um den Dünger an Qualität zu verbessern. — Für diese praktisch oft bewiesene Tatsache werde ich eine wissenschaftliche Erklärung später geben. Ich weise zunächst darauf hin, daß es völlig unnötig und unzweckmäßig ist, die „Masse" des Düngers durch den ungehinderten Zutritt des atmosphärischen freien Sauerstoffs mehr zu vermindern, als unbedingt nötig erscheint.

Der freie Sauerstoff, in dem Zustande, wie dieser in der uns umgebenden Luft enthalten ist, kann durch die Tätigkeit von Bakterien die organischen Bestandteile des Stalldüngers bis zum vollständigen Verschwinden derselben zersetzen. Man nennt diesen Vorgang Verwesung, und entstehen, zum Nachteil des Landwirts, hierdurch große und unnötige Verluste an organischem Material.

Vorhin sagte ich, daß die Steigerung der Temperatur im Innern der Düngermasse mittelst eines Thermometers gemessen werden könne. Die Messung der erzeugten Wärme gibt uns einen direkten Maßstab für den Verlauf der Zersetzung des Mistes. Ich möchte in dieser Hinsicht Beobachtungen von Hansen[1]) erwähnen, die ein allgemeines Interesse haben.

Es sollte festgestellt werden, welche Verluste einerseits beim lockeren Lagern und andererseits bei einer guten mechanischen Pflege des Düngers durch Festtreten entstehen. Die Sammlung des Düngers dauerte 4 Wochen und waren als Düngererzeuger 10 Simmentaler Kühe benutzt. Diese erhielten während der ganzen Zeit ein völlig gleichartiges Futter, eine gleiche Einstreu; es ist der Dünger zweimal wöchentlich aus dem Stalle fortgeschafft und in 2 zementierte Gruben gebracht. Die eine Grube nahm den Dünger in der ersten und in der dritten Woche auf, die andere in der zweiten und vierten. In die erste Grube wurde der Dünger hineingeworfen, ohne ihn festzustampfen, und konnte die durch Regenwasser sich bildende Jauche von der Grube aus in einen völlig dichten, zementierten Jauchebehälter abfließen. In der zweiten Grube wurde der Dünger festgetreten und die Verbindung mit der Jauchegrube war während der ganzen Zeit durch ein Ventil geschlossen. Es waren also Verhältnisse, wie sie in der

Praxis oft vorkommen und ohne Anwendung von chemischen Konservierungsmitteln leicht ausführbar sind.

Die im Innern des Düngers vorhandene Wärme ist täglich gemessen; ich gebe für die drei Monate Februar, März und April die Beobachtungen je eines Tages in wöchentlichen Zwischenpausen an.

Datum	Temperatur im Freien	Dünger, gelagert lose	Dünger, gelagert fest
2. Februar . . .	— 4,6	+ 45	+ 7
9. „ . . .	— 15	+ 60	+ 4
16. „ . . .	— 5	+ 57	+ 3
23. „ . . .	— 1	+ 44	+ 8
2. März	+ 2	+ 41	+ 11
16. „	+ 2	+ 29	+ 11
30. „	+ 9	+ 29	+ 19
6. April	+ 5	+ 25	+ 18
13. „	+ 6	+ 26	+ 21
20. „	+ 15	+ 25	+ 20
27. „	+ 14	+ 25	+ 19

Der Dünger blieb 21 Wochen lang in den Gruben liegen, dann wurde das ganze Quantum herausgenommen, samt der Jauche gewogen und chemisch untersucht.

Der locker gelagerte Dünger hatte 53 % der organischen Trockenmasse und 34 % des Stickstoffs verloren, der andere Dünger 28 % der organischen Masse und 15 % des Stickstoffs.

Die Verluste waren somit dort am höchsten gewesen, wo die Bakterien eine größere Wärme entwickelt hatten; sie hatten hier Sauerstoff aus der Atmosphäre aufgenommen und organisches Material in erheblicher Menge zerstört.

Wir haben hier den gleichen Vorgang wie beim Heizen der Öfen. Je mehr Wärme in den Öfen erzeugt wird, desto mehr Brennmaterial verbrauchen wir. Abgesehen von zurückbleibender Asche, verschwindet das Holz oder die Kohlen, es entweicht in Gestalt von flüchtiger Kohlensäure durch den Schornstein ins Freie.

Wollen wir beim Lagern des Stalldüngers größere Verluste vermeiden, so sorge man dafür, daß die Wärme im Innern des Düngerhaufens nicht zu hoch steigt.

3. Die Veränderungen, welche der Stalldünger beim Aufbewahren an „Güte" erfährt.

a) Die Veränderungen allgemein betrachtet.

Die Wirkung des Stalldüngers in der Ackerkrume ist eine mannigfaltige. Sie beruht sowohl auf physikalischen, wie auch auf chemischen Ursachen, welche beide durch die Tätigkeit von Bakterien ganz wesentlich beeinflußt werden.

Die organische, vorzugsweise aus der Einstreu herstammende Masse des Düngers bewirkt bei der Zersetzung eine Veränderung des Bodens, welche in verschiedener Weise sich kund gibt. Im leichten Boden bemerken wir die Veränderung beispielsweise durch das erhöhte Aufsaugevermögen für Feuchtigkeit, im schweren Boden durch eine Lockerung des Gefüges der Ackerkrume. Außerdem macht in hervorragender Weise die chemische Wirkung des Düngers sich bemerkbar durch dessen Gehalt an wichtigen Pflanzennährstoffen, vorzugsweise an Phosphorsäure, Stickstoff und Kali.

Ist die physikalische Beschaffenheit des Bodens eine ungünstige, ist die Ackerkrume sehr hart, schwer, bindig oder andererseits sehr leicht und sandig, dann wird ohne Zweifel der Stalldünger in physikalischer Hinsicht verbessernd wirken. Bakterien veranlassen die richtige Gare des Bodens, der Boden wird weich, locker, elastisch, er vergrößert seinen Raumgehalt wie ein gärender Brotteig.

Leider ist diese hochwichtige Verbesserung des Bodens in physikalischer Hinsicht im Laufe der letzten Jahrzehnte stark vernachlässigt. Man legte den Hauptwert auf die chemische Wirkung des Stalldüngers, auf dessen Gehalt an Phosphorsäure, Stickstoff und Kali. Dies ist nicht richtig.

Ich weise darauf hin, in wie mangelhafter Weise seit Jahrhunderten von „kleinen" Landwirten der Stalldünger behandelt ist. Auch selbst in mittelgroßen Bauerngütern sieht man noch hier und da, daß der Ort, wo der Dünger auf dem Hofe lagert, gleichzeitig zu Schwimmübungen von den Enten benutzt wird und bei Regen das braune Wasser auf die Straße fließt. Und dennoch hat ein so vernachlässigter Mist, wenn auch keinen guten, so doch einen beachtenswerten Erfolg. Die Wirkung eines derartig schlecht behandelten Stalldüngers läßt sich nicht auf den Gehalt an Phosphorsäure, Stickstoff und Kali zurückführen, denn von diesen Pflanzennährstoffen enthält derselbe verschwindend geringe Mengen. Die Wirkung ist nur zu erklären durch die auch im schlechten Dünger immerhin noch vorhandenen Bakterien und die Bakteriennahrung.

Keineswegs verkenne ich den hohen Wert der im Stalldünger enthaltenen Pflanzennährstoffe und möchte ich nur betonen, daß man nicht, wie bisher vielfach geschehen, diese ausschließlich in den Vordergrund stellen darf.

Die im Stalldünger enthaltene Phosphorsäure und das Kali üben eine gute Wirkung aus, aber wir können diese beiden Pflanzennährstoffe in Form von Handelsdünger ebenso billig kaufen, als der Landwirt in Form von Stallmist solche zu erzeugen vermag. Derjenige Bestandteil, welcher (abgesehen von den Bakterien) die „Güte" des Stalldüngers am meisten beeinflußt, ist nicht das Kali, nicht die Phosphorsäure, sondern der Stickstoff.

Wir benutzen den Stickstoff sogar als Maßstab bei der Wertschätzung des Stalldüngers. Und zwar mit vollem Recht.

Der Gehalt des Stalldüngers an den genannten Pflanzennährstoffen ist verschieden, je nach der Gewinnungsart und der Aufbewahrung des Düngers. Wir werden annehmen können, daß in 10 Doppelzentner durchschnittlich enthalten sind:

	Stickstoff			Phosphorsäure	Kali
	leicht löslich	schwer löslich	zusammen		
	kg	kg	kg	kg	kg
Stalldünger, gut behandelt, auf offener Düngerstätte lagernd	1,1	4,3	5,4	3,5	6,5
Dünger aus einem Tiefstall	2,5	4,0	6,5	4,0	8,0

In einem schlecht behandelten Hofdünger sind geringere Mengen dieser Pflanzennährstoffe enthalten. Namentlich ist der Gehalt an Stickstoff vermindert.

Treten beim Aufbewahren des Stalldüngers Verluste an Stickstoffverbindungen ein, so geschieht dies dadurch, daß gewisse Bakterien aus jenen Verbindungen den Stickstoff im freien, im elementaren Zustande in die Luft abdunsten lassen. Wir haben somit, indem wir die Menge des vorhandenen Stickstoffs ermitteln, bezw. den Verlust an diesem wertgebenden Bestandteil feststellen, einen Maßstab für die Bakterienwirkung im allgemeinen.

Können die Bakterien unter dem Einflusse der Luft viel von der „Masse" des Stalldüngers zerstören, so haben sie gleichzeitig eine entsprechend große Menge der Stickstoffverbindungen vernichtet.

In einem schlechten Boden wird die Wirkung des Stalldüngers in vielen Fällen vorzugsweise durch die organischen Bestandteile und die darin lebenden Bakterien bedingt sein. Dagegen ist in einem guten Boden, der hinreichende Gare besitzt und in einem guten Kulturzustande sich befindet, nicht selten die Wirkung des Stickstoffs die allein ausschlaggebende, und haben wir alle Ursache, den Dünger so zu behandeln, daß dieser Pflanzennährstoff zur vollen Wirkung kommen kann.

b) Verluste an Ammoniak.

Seit langer Zeit stand fest, daß durch eine unzweckmäßige Behandlung des Düngers jährlich viele Millionen des deutschen Nationalvermögens verloren gehen, und haben im Laufe der letzten Jahrzehnte die Agrikulturchemiker redlich sich bemüht, den Ursachen nachzuforschen und Mittel in Vorschlag zu bringen, durch welche die großen Stickstoffverluste des Düngers wesentlich eingeschränkt werden sollten.

Tritt man in einen schlecht gelüfteten Stall ein, so bemerkt man einen stechenden Geruch nach Ammoniak, und ging man von der Annahme aus, die Verluste an Stickstoff seien durch eine Verflüchtigung von Ammoniak bedingt. Man gab zur Einstreu in die Ställe allerlei Mittel hinzu, von denen man voraussetzte, daß diese fähig seien, das Ammoniak in nicht flüchtige Verbindungen überzuführen. Es ist zuerst Gips, dann Kainit verwendet. Später wurde Superphosphatgips empfohlen oder gewöhnliches Superphosphat, schließlich sogar die ätzende Schwefelsäure.

Heute wendet man diese Mittel nicht mehr an. Gips und Kainit sind wirkungslos und die anderen genannten Zusätze schützen nur einen von den stickstoffhaltigen Bestandteilen des Stalldüngers vor Verflüchtigung, nämlich das Ammoniak. Dies geschieht entsprechend dem Gehalte der Zusätze an Säure.

Das Verfahren ist zu teuer, wenn man die ganze Menge des Ammoniaks vor Verflüchtigung schützen will. Auch sogar die Schwefelsäure ist zu kostspielig und deren Anwendung mit großen Unannehmlichkeiten im praktischen Betriebe verbunden.

Alle diese Konservierungsmittel konnten nur so lange empfohlen werden, als man die Behandlung des Stalldüngers einseitig vom Standpunkte eines Chemikers aus betrachtete und keine näheren Kenntnisse von der Tätigkeit der Bakterien im Dünger hatte.

Diese Forschungen haben folgendes ergeben: Die kleinere Verlustquelle besteht darin, daß Ammoniak in die Luft entweicht. Weit größere Mengen dieses wichtigen Pflanzennährstoffs verschwinden dadurch, daß Bakterien den Stickstoff im reinen, elementaren Zustande aus gewissen Verbindungen ausscheiden, und gibt es dann kein Mittel, um diesen flüchtigen Gesellen wieder einzufangen.

Die Verluste, welche der Stalldünger an Ammoniak erleidet, sind wesentlich überschätzt. Die allergeringsten Mengen machen unserem Geruchsorgane in unangenehmer Weise sich bemerkbar. Vor längerer Zeit untersuchte König die Luft eines Stalles während des Ausmistens. Der Geruch nach Ammoniak war so stark, daß die Augen zu Tränen gereizt wurden. Dennoch schwankte der Gehalt der Luft an Ammoniak, auf 1 cbm bezogen, nur von 0,022 bis 0,046 g.

Pfeiffer[2]) ließ Stalldünger in großen Glasflaschen gären und leitete beständig Luft durch den gärenden Dünger. Von dem ursprünglich vorhandenen Stickstoff gingen 46 % verloren, dagegen ließ in der entweichenden Luft kein Ammoniak sich nachweisen. Jedenfalls sind die Verluste, welche im praktischen Betriebe durch Verflüchtigung von Ammoniak entstehen, nicht groß, wenn die Behandlung des Düngers in ordnungsmäßiger Weise geschieht. Ich möchte kurz auf die Frage eingehen: Woher kommt das Ammoniak? Solches ist weder in der Einstreu, noch im Kot, noch im frischen Harn der Tiere ursprünglich enthalten. — Es sei hierüber folgendes mitgeteilt.

Schon seit langer Zeit war bekannt, daß frischer Urin, wenn solcher an der Luft steht, alkalisch wird, unter Entstehung von kohlensaurem Ammoniak. Der berühmte Forscher Pasteur fand darin ein sogenanntes Harnstofffferment, eine kleine runde Bakterienart, welche die Fähigkeit hatte, die Umwandlung eines stickstoffhaltigen Bestandteiles des menschlichen und des tierischen Urins, nämlich des Harnstoffs, in kohlensaures Ammoniak zu bewirken.

Später, vor ungefähr 25 Jahren, hat der Pariser Forscher Miquel diese Tatsache bestätigt gefunden. Miquel machte seine Beobachtungen vorzugsweise mit menschlichem Urin und fand die Bakterien bei Personen, die an Blasenkatarrh leiden und bei denen durch das entstehende Ammoniak eine Entzündung der Blasenschleimhaut hervorgebracht wird.

Im Jahre 1892 traf ich ganz zufällig auf ammoniakbildende Bakterien und in einer Substanz, in welcher ich solche nicht vermutete. Auf Veranlassung der Deutschen Landw.-Gesellschaft prüfte ich bei Gelegenheit der damals herrschenden Choleraepidemie das Verhalten der Cholerabakterien gegen Torfmull; es sollte festgestellt werden, ob dieses Material vielleicht tötend auf die bösen Organismen

einwirkt. Hierbei wurde auch das Verhalten von Exkrementen und von Urin, der künstlich mit Cholerabakterien infiziert war, ermittelt und trat dabei eine erhebliche Entwickelung von Ammoniak auf.[8])

Die dabei benutzten Materialien waren (mit Ausnahme des Torfes und der zu prüfenden Bakterien) bei gewissen Versuchsreihen sterilisiert und konnten die Ammoniakerzeuger nur aus dem Torf herstammen. Wir forschten näher nach und ermittelten mehrere Arten, welche eine ganz intensive Ammoniakbildung veranlaßten; ihre Arbeitsleistung war eine außerordentlich große. Wir fanden die Organismen in Torf von sehr verschiedener Herkunft. Nachweislich kommen sie auch in der Ackererde und namentlich in Gartenerde vor.

Im tierischen Harn sind, neben dem Harnstoff, geringe Mengen anderer stickstoffhaltiger Substanzen enthalten, beispielsweise die Harnsäure und im Pferdeharn die Hippursäure. Auch diese gehen in kohlensaures Ammoniak über. Wir haben aus der Jauche Bakterien gezüchtet, welche den Stickstoff des Harnstoffs in 48 Stunden und den Stickstoff der Harnsäure in 10 Tagen fast vollständig in kohlensaures Ammoniak umsetzten, während die Hippursäure widerstandsfähiger war. Hiervon wurden im günstigsten Falle in 14 Tagen 33 % umgesetzt. — Jedenfalls geht hieraus hervor, daß auch diese Verbindungen, die im Harn der landwirtschaftlichen Nutztiere in geringerer Menge enthalten sind, Ammoniak liefern, wenn auch deren Umwandlungsfähigkeit gegen diejenige des Harnstoffs erheblich zurücktritt, so daß wir vorzugsweise den Harnstoff als die Muttersubstanz der Ammoniakproduktion betrachten müssen.

Die Bildung von Ammoniak im Harn erfolgt ziemlich schnell. Wagner fing direkt von den Kühen Harn auf und fand, daß in einer bestimmten Menge 39 Teile Stickstoff vorhanden waren. Nach Verlauf von je 24 Stunden wurde die Flüssigkeit auf den Gehalt an Ammoniak-Stickstoff untersucht und gefunden:

	ohne weitere Zusätze	im Gemenge mit Kot
ursprünglich	1 Teil	1 Teil
nach 1 Tage	2 Teile	15 Teile
„ 2 Tagen	23 „	34 „
„ 3 „	32 „	35 „
„ 4 „	35 „	35 „ .

Bei Vorhandensein von Kot ist die Bildung von Ammoniak eine besonders schnelle.

c) Die Verluste an Stickstoff im elementaren Zustande.

Im letzten Abschnitte wies ich darauf hin, daß wir das entweichende Ammoniak beim Lagern des Düngers durch unsere Geruchsorgane bemerken. Tatsächlich ist die Menge desselben eine geringe gegenüber den großen Verlusten, welche dadurch eintreten, daß aus vorhandenen Stickstoffverbindungen der Stickstoff im freien, ungebundenen Zustande in die Luft verdunstet.

Bei nachlässiger Lagerung des Düngers kann mehr als ein Drittel des ursprünglichen Vorrates an Stickstoff im freien Zustande entweichen. Lange Zeit

waren die Verluste nicht zu erklären. Heute steht fest, daß Bakterien den Anlaß zu den Umsetzungen geben. Ich habe in Verbindung mit mehreren Mitarbeitern, namentlich mit R. Burri, versucht, das Dunkel, welches hierüber ausgebreitet war, aufzuklären, und teile folgendes über die Ergebnisse der Versuche mit.

Bei der Entstehung von freiem, elementarem Stickstoff im Dünger kommen wesentlich 2 Gattungen von Bakterien in Betracht. Die eine nenne ich Salpeterbildner, die andere Salpeterzerstörer. Beide sind gleichzeitig im Dünger enthalten. Lagert der Mist auf dem Hofe, so kommt dessen obere Schicht mit der Luft in Berührung, es beginnt hier — zwar nicht sofort, aber nach längerer Zeit — die Tätigkeit der Salpeterbildner.

Der im Ammoniak des Düngers und in der Jauche enthaltene Stickstoff ist chemisch mit Wasserstoff verbunden und die Arbeitsleistung der Salpeterbildner besteht darin, daß sie (bei Gegenwart von Feuchtigkeit und Kalk oder Magnesia) die Vereinigung von Wasserstoff und Stickstoff lösen und an Stelle des ersteren in das chemische Molekül Sauerstoff einfügen. Sie sind die Überträger des Sauerstoffs, sie vermitteln die Bildung eines sehr wichtigen Oxydationsproduktes, das wir Salpeter nennen und welches im Felde zur Ernährung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen dient.

Wir wollen annehmen, an der Oberfläche des Stalldüngers, während dieser auf dem Hofe lagert, hätte Salpeter sich gebildet. Fällt nun Regen auf den Dünger oder wird dieser mit Jauche befeuchtet, so sickert das entstandene Produkt, da es leicht löslich ist, in die tieferen Schichten des Düngerhaufens. Dort sind, wie überall im Dünger, zahllose Bakterien vorhanden, denen genügende Mengen von Nahrung zur Verfügung stehen; sie können ihren Hunger wie auch ihren Durst vollauf befriedigen. Diese kleinen Lebewesen wollen jedoch auch atmen, und das Atmen oder, chemisch ausgedrückt, die Aufnahme von Sauerstoff ist ihnen in den tieferen Schichten der Düngermasse recht erschwert.

Ich habe vorhin darauf hingewiesen, daß die Fäulnisbakterien in dieser Hinsicht sich zu helfen wissen, indem sie eine intramolekulare Atmung vollziehen und aus den organischen Verbindungen, insbesondere aus den Kohlehydraten, den dort fest gebundenen Sauerstoff herausreißen, unter Hinterlassung einer an Kohlenstoff reicheren Masse. Nicht alle Bakterien sind fähig, diesen Weg zu beschreiten, und zeigt insbesondere die Gruppe der Salpeterzerstörer ein merkwürdiges Verhalten. Wie schon der Name andeutet, haben sie die Eigenschaft, den Salpeter unter Umständen zu vernichten. Sickert dieser in der vorhin erwähnten Weise in die tieferen Schichten des Düngers, so stürzen die betreffenden Organismen mit einer wahren Gier sich auf den gesamten Nährstoff, denn dieser enthält das für sie wichtige Lebenselement Sauerstoff, allerdings im gebundenen und nicht im freien Zustande.

Nur eine ganz bestimmte Gruppe von Bakterien, nämlich die Salpeterzerstörer, sind imstande, die Vereinigung zwischen Sauerstoff und Stickstoff wieder zu lösen, sie verbrauchen den ersteren und der Stickstoff entweicht im elementaren Zustande in die Luft.

Bei den Untersuchungen von Erden aus allen Weltteilen hat man eine Art gefunden, welche Salpeter erzeugt oder, chemisch ausgedrückt, den Stickstoff bis zur vollen Sättigung desselben mit Sauerstoff verknüpft. Dagegen wurden eine Anzahl verschiedener Arten von Bakterien gezüchtet, die imstande sind, die erwähnte Vereinigung wieder zu lösen. Wir haben diese Salpeterzerstörer aufgefunden im Stroh, in der Erde, im Kot von Pferd, Kuh, Ochs, Schaf. Sie scheinen im Kot vom Mensch, vom Hund, von fleischfressenden Raubtieren und Vögeln nicht vorzukommen.

Nachdem die Nachweise der Existenz solcher schädlich wirkenden Organismen erbracht waren, bestand die weitere Aufgabe darin, sie in ihrer Lebens- und Ernährungsweise zu beobachten und sie in ihrer Arbeitsleistung zu stören. Es ist uns gelungen, diese sehr kleinen Lebewesen bei ihrer Tätigkeit zu belauschen und festzustellen, daß sie nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen arbeitsfähig sind. Denn die Zertrümmerung der Salpetermoleküle ist tatsächlich eine Arbeit; es ist keine leichte Aufgabe, das festgefügte Salpetermolekül zu vernichten und in seine Bestandteile zu zerlegen.

Um dies zu ermöglichen, müssen die Bakterien eine Kraft aufwenden, und zwar entnehmen sie dieselbe aus der gleichen Quelle wie das Tier, nämlich durch den Verzehr von Nahrungsmitteln.

Läßt man die Salpeterzerstörer hungern, gibt man ihnen keine für sie verdauliche kohlenstoffhaltige Nahrung, aber reichliche Mengen von Salpeter, so verhalten sie sich ganz ruhig. Es fällt ihnen dann gar nicht ein, den Salpeter zu vernichten; sie wollen zuerst essen, bevor sie arbeiten. Im Hungerzustande sind sie nicht in der Lage, die schwere Arbeit verrichten zu können, welche die Zerstörung des Salpeters bedingt.

Bei den in unserem Laboratorium ausgeführten Untersuchungen fütterten wir diese kleinen Organismen in einer Versuchsreihe mit geringen Mengen von organischen Stoffen und fand eine Zerstörung des Salpeters entsprechend der Menge der verzehrten Nahrung statt. Als diese verbraucht war, hörte die weitere Vernichtung auf. Solche beginnt erst dann wieder, wenn wir den Organismen neues Futter geben. Wird die Menge der Nahrung reichlich bemessen, so erfolgt unfehlbar eine vollständige Zerstörung des Salpeters.

Und dieser Zustand trifft für die Verhältnisse des auf dem Hofe lagernden Düngers zu. Die Salpeterzerstörer haben hier große Mengen von Nahrung zur Verfügung; sie vernichten den Salpeter, soweit solcher für sie erreichbar ist, bis zum letzten Atom.

Mit vollem Recht wird geltend gemacht, daß die der Salpeterzerstörung vorausgehende Bildung von Salpeter im Stalldünger wahrscheinlich eine erhebliche nicht sei und demnach außerdem noch andere biologische Vorgänge im lagernden Dünger sich abspielen werden, bei denen Bakterien auch aus sonstigen Stickstoffverbindungen den Stickstoff auszuscheiden vermögen. Ich halte es für nicht ausgeschlossen, daß auch solche andere Umsetzungen stattfinden, wir kennen

aber vorläufig die betreffenden Lebewesen, welche vielleicht eine solche Arbeit verrichten könnten, noch nicht und müssen zunächst mit der vorhin angegebenen Erklärungsweise uns begnügen.

d) Die Wertverminderung des Düngers durch den Übergang von leicht löslichen in schwer lösliche Stickstoffverbindungen.

Der Wert des Stalldüngers wird ganz wesentlich von den Stickstoffverbindungen beeinflußt, welche darin enthalten sind. Diese haben teils eine schnelle, teils eine langsame Wirkung. Zu den schnell wirkenden Stickstoffverbindungen gehören das Ammoniak und die Amide, zu den schwer löslichen und demnach sehr langsam wirkenden, der Stickstoff des Kotes. Die unverdaulichen Bestandteile des Futters waren im Körper der Tiere der Einwirkung verschiedener Verdauungssäfte von neutraler, saurer und von alkalischer Reaktion ausgesetzt. Ein nicht unerheblicher Anteil dieser Futterbestandteile widerstand den Angriffen der Verdauungssäfte und beim Passieren des Darms auch der zersetzenden Tätigkeit der Darmbakterien. Es ist daher erklärlich, daß die Kotbestandteile bei der Gärung des Mistes auf der Düngerstätte und bei der Lagerung des Düngers im Boden nur langsam gelöst und nur allmählich für die Pflanzen als Dünger nutzbar gemacht werden können.

Im Stalldünger ist das gegenseitige Verhältnis der löslichen und der nicht löslichen Stickstoffverbindungen ungemein verschieden und wechselnd.

Bezüglich des Rindviehdüngers wollen wir bemerken, daß bei der Erzeugung des Düngers auf je 100 Teile Stickstoff in löslicher Form ungefähr 100 Teile Stickstoff in Form von Kot und Streu kommen. Untersucht man aber den auf dem Hofe gelagerten Stalldünger, so findet man, daß auf je 100 Teile des nicht löslichen Stickstoffs im günstigsten Falle 35 Teile des löslichen Stickstoffs kommen, oft nur 20—25 Teile, ja bisweilen sogar nur 10 Teile.

Die dadurch angezeigte Verschlechterung des Düngers ist nicht allein darauf zurückzuführen, daß Ammoniak zum Teil verdunstet und freier Stickstoff in die Luft entweicht, sondern wir haben außerdem damit zu rechnen, daß eine wesentliche Wertverminderung auch durch den Übergang von löslichen in unlösliche Stickstoffverbindungen stattfinden kann.

Die im Stalldünger tätigen Bakterien gebrauchen lösliche Stickstoffverbindungen zum Aufbau ihres Leibes, indem sie diese in Form von Eiweiß ablagern. Ferner kommen Schimmelpilze und andere Gebilde im Stalldünger vor, die ebenfalls dazu beitragen, einen Teil des löslichen Stickstoffs „festzulegen" und somit eine Verminderung des Wertes der Stickstoffverbindungen herbeizuführen.

Dieser „festgelegte" Stickstoff kommt nicht im ersten Jahre nach der Anwendung des Düngers als Pflanzennährstoff in Betracht. Später kann aus den abgestorbenen Leibern der Organismen ein Teil des Stickstoffs in lösliche Form wieder übergeführt werden.

Nach den Untersuchungen von Märcker enthielt der Dünger aus einem Fohlenlaufstalle von 100 Teilen Stickstoff = 40 Teile in löslicher Form, nach

$2^1/_2$ Monaten nur noch 11 Teile. Ferner enthielt ein Hofdünger von 100 Teilen Stickstoff = 21 Teile in löslicher Form und bei sorgfältigster Aufbewahrung nach $2^1/_2$ Monaten nur noch 6 Teile im löslichen Zustande. Diese Abnahme ist vorzugsweise dadurch entstanden, daß aus löslichen Substanzen ein Teil des Stickstoffs im elementaren Zustande und ein anderer, geringerer Teil in Form von Ammoniak in Verlust gerät, aber außerdem kommt noch der Übergang von löslichem Stickstoff in Eiweiß-Stickstoff in Betracht.

Auf dem Felde ist nur der leicht lösliche Stickstoff schnell wirkend, der andere muß durch die Tätigkeit von gewissen Bakterien für die Wurzeln der Pflanzen erst aufnahmefähig gemacht werden.

Die gesamten Verluste an Stickstoff, welche der Stallmist beim mehrmonatlichen Lagern erleidet, sind ungemein verschieden, sie betragen häufig 25 bis 35 % von der ursprünglichen Menge. In der landwirtschaftlichen Praxis wird eine Einschränkung der Verluste auf weniger als 20 % nur selten möglich sein, während andererseits, bei nachlässiger Behandlung des Düngers, diese Zahl auf 50 % steigen kann.

Mit kurzen Worten sei folgendes nochmals hervorgehoben.

1. Beim Aufbewahren des Stalldüngers entweicht ein Teil des Stickstoffs in Form von kohlensaurem Ammoniak. Die Behandlung des Düngers mit solchen chemischen Mitteln, welche die Eigenschaft haben, das Ammoniak vor Verflüchtigung hinreichend zu schützen, ist zu teuer. Wir schränken die Verluste ein, wenn wir den Stalldünger der Einwirkung der atmosphärischen Luft, in welche das Ammoniak abdunstet, möglichst wenig aussetzen.

2. Der größere Verlust an Stickstoff erfolgt, wenn beim Zutritt der Luft zunächst eine Umwandlung von Ammoniak zu Salpeter geschieht und dieser dann durch salpetervernichtende Bakterien zersetzt wird. Im lagernden Mist können wir die Tätigkeit der Salpeterzerstörer nicht hindern. Der wirksamste Schutz vor größeren Verlusten an Stickstoff besteht darin, daß wir die Bildung von Salpeter zu vermeiden suchen, indem wir den Dünger so gut als möglich dem Einflusse der Luft entziehen.

3. Eine Verminderung des Wertes der Stickstoffverbindungen kann auch dadurch eintreten, daß ein Teil der leicht löslichen Stickstoffverbindungen schwerer löslich wird. Dies geschieht namentlich dann, wenn der Stalldünger locker lagert.

Also die Fernhaltung der Luft ist das wirksamste Mittel, um die Verluste an Stickstoff auf ein geringeres Maß einzuschränken. Ganz zu vermeiden sind sie im praktischen Betriebe nicht. Genau dasselbe Mittel wenden wir an, um die Verluste des Stalldüngers an „Masse" zu vermindern. In dem einen wie in dem anderen Falle haben wir es mit der Tätigkeit von Bakterien zu tun. Diese Bakterien beeinträchtigen sowohl die Quantität wie auch die Qualität des Düngers in um so höherem Grade, je mehr sie mit der Luft in Berührung kommen.

II. Abschnitt.

Die Tätigkeit der im Boden enthaltenen Bakterien.

A. Die Arbeit der Bakterien in einem mit Stalldünger nicht frisch gedüngten Boden.

1. Die Oxydation der organischen Stoffe und die damit in Zusammenhang stehenden Veränderungen des Bodens.

Der Erdboden ist von Bakterien so stark bevölkert, daß er kein totes Material ist, sondern eine lebende Masse bildet. Im trocknen Dünensande finden wir in einem Gramm des Bodens bisweilen 1000 Keime von Bakterien. Im kultivierten Acker- und im Gartenboden sind in einem Gramm oft mehrere Millionen dieser kleinen Lebewesen enthalten. Namentlich dort, wo Reste verwesender Pflanzen ihnen reichliche Nahrung bieten.

Die oberste Erdschicht zeigt nicht den höchsten Gehalt an Bakterien. Hier wirkt das Sonnenlicht nachteilig, ferner der fortwährende Wechsel von Feuchtigkeit und Trockenheit, von hohen und niedrigen Temperaturen. Wenige Zentimeter unter der Oberfläche kommen diese schädigenden Einflüsse nicht mehr in Betracht und in der Tiefe von 10 bis 20 cm pflegen die Bakterien in größter Anzahl vorhanden zu sein.

Einen Einfluß auf die Zahl der Bakterien hat ferner die Pflanzendecke, die Art der angebauten Pflanzen und namentlich die mechanische Bearbeitung des Bodens. Nach den Beobachtungen von Caron war der Gehalt des Bodens an Bakterien am geringsten, wenn Halmfrucht auf Halmfrucht folgte. Durch Einschieben einer Hackfrucht, von Kartoffeln, stieg der Bakteriengehalt erheblich.

Caron hatte in drei Jahren drei Halmfrüchte angebaut, dann folgte Schwarzbrache. Im Herbst wurde die Stoppel gestürzt und im Brachejahre dreimal der Boden gepflügt, zuerst mit einem Untergrundpfluge. Anfangs war der Bakteriengehalt gering, weil der Boden in den drei Vorjahren verhältnismäßig wenig gerührt war. Der Boden enthielt im Brachejahre in je einem Gramm:

11. Mai	1,7	Mill. Bakterien.
2. August	3,3	„ „
6. Oktober	12,5	„ „

In einem Kleefelde wurde der Boden untersucht und im Mai, im Juni und im Oktober übereinstimmend 5 Mill. Bakterien in je einem Gramm der Ackerkrume gefunden.

Wir ersehen hieraus, daß die Durchlüftung des Bodens von hohem Einfluß auf die Vermehrung der Bakterien ist.

Ferner kann auch die Beschattung des Bodens vorteilhaft sein. Im Kleefelde ist der Boden durch Beschattung feucht, locker, nicht verkrustet, die Luft kann hier eindringen. Die Bakterien wollen atmen oder, chemisch ausgedrückt, aus der Luft Sauerstoff aufnehmen. Haben sie Mangel an Atemluft, so schmeckt ihnen weder Essen noch Trinken, sie fühlen sich nicht wohl und ist die Vermehrung derselben dann eine beschränkte.

Wir wollen zunächst vom Essen sprechen. Alle Bakterien des Bodens, mit Ausnahme einer Art, die ich später erwähnen werde, nämlich der Salpeterbildner, müssen zur Unterhaltung ihres Lebens organische Stoffe verzehren, die im Ackerboden aus den Überresten von Pflanzen bestehen. Sie fressen Kohlehydrate oder Zersetzungsprodukte der Kohlehydrate und außerdem stickstoffhaltige Stoffe, welche beide in einem mit Stallmist nicht gedüngten Boden den Pflanzenresten entnommen werden.

Die Bakterien finden dort Stoppelrückstände, verwesenden Stalldünger, oder im leichten Boden wird ihnen auch hin und wieder Gründünger als Nahrung dargeboten. Ferner können sie die auf dem Felde wachsenden Unkrautpflanzen verzehren, wenn solche untergepflügt sind.

Wird das Getreidefeld nicht sofort nach der Ernte geschält und bleiben die Stoppeln bis zum Frühjahr stehen, dann wird ein Teil der organischen Nahrung, und zwar der bessere, der leichter lösliche Anteil derselben, durch Luftbakterien verzehrt und kommen die Nährstoffe dann den Bodenbakterien nicht zu gute. Gleichzeitig unterliegen die Wurzeln der Stoppeln bis zur nächsten Wachstumsperiode einer unzureichenden Zersetzung. Der nicht gepflügte oder der nicht geschälte Acker bleibt geschlossen, die Luft kann nicht eindringen, die Bodenbakterien haben Mangel an Atemluft und erzeugen eine viel geringere Menge von Gärungsprodukten, als wenn sie ungehindert atmen können.

Nur ein Teil der Nahrung dient zum Aufbau der Leiber jener Organismen. Ein anderer Teil wird bei der Atmung zersetzt, unter Umwandlung der in der Nahrung vorhandenen chemischen Spannkraft in Wärme und in Bewegung. Sehr viele Bakterien haben die Fähigkeit der Ortsveränderung, alle erzeugen Wärme und zur Hervorbringung von Bewegung, und von Wärme ist, gerade so wie bei höheren Tieren, die Oxydation der aufgenommenen Nahrung eine unerläßliche Voraussetzung. Ist die Ernährung eine sehr reichliche, so können wir die Wärme mit dem Thermometer messen, beispielsweise im gärenden Mist, in süßer Ensilage (Süßpreßfutter), bei der Bereitung von Braunheu und dergl. Im Boden strahlen die Bakterien die Wärme schnell aus und tragen sie jedenfalls zur Erwärmung des Bodens etwas bei.

Man behauptet, daß auch der Kalk den Boden wärmer und tätiger mache. Ist dies richtig? Hält die Wärme, welche beim Löschen des Kalkes sich bildet, so lange an, daß man von einer andauernden Erwärmung des Bodens reden kann? Nein, dies ist nicht richtig. Auch ein guter Mergel kann den

Boden wärmer und tätiger machen, also ein kalkhaltiges Material, welches nicht zuvor „gebrannt“ wurde. Die genannten Eigenschaften sind dem Kalk als solchem nicht unmittelbar zuzuschreiben, sondern sie sind nur eine Folgewirkung der Anwendung kalkhaltiger Materialien. Der Kalk veranlaßt im schweren Boden eine Lockerung des Gefüges, die Entstehung der Krümelstruktur; die Luft kann nun besser in den Boden dringen, den Bakterien eine ungleich größere Menge von Atemluft darbieten, demzufolge verlaufen die Oxydationen besser, die Bakterien erzeugen mehr Wärme als vorher.

Die Bildung von Wärme im Boden ist namentlich dort von Wert, wo der Boden streng und kalt ist, und die Erwärmung des Bodens durch die Luft unter ungünstigen klimatischen Verhältnissen, namentlich bei spätem Eintritt des Frühjahrs, sehr langsam erfolgt. In der Regel wird der Kalkung eine Drainage des Bodens vorhergehen müssen.

In gleicher Weise wie die Tiere oder der Mensch fortwährend Kohlensäure durch die Lungen ausatmen und die gasförmigen Zersetzungsstoffe der verzehrten Nahrungsmittel aus dem Körper fortschaffen, so sondern auch die Bakterien Kohlensäure aus. Indem dies in den feinsten Partikelchen des Bodens geschieht, findet eine Lockerung des Gefüges statt und ist die Lockerung eine wesentliche Ursache der Gare des Bodens. Das Gefüge bleibt bestehen, auch wenn die Kohlensäure weiter gewandert ist. Sie bleibt nicht dauernd in den feinen Hohlräumen, sondern sie wirkt lösend und zersetzend auf die Mineralstoffe des Bodens ein, insbesondere auf den Kalk. Der kohlensaure Kalk des Bodens ist an und für sich in wässrigen Flüssigkeiten unlöslich. Die freie Kohlensäure, welche die Bakterien erzeugten, verbindet sich mit dem Kalk zu doppeltkohlensaurem Kalk; dieser ist wanderungsfähig, es kann nun der Kalk gleichmäßig in der Ackerkrume verteilt und allen kalkbedürftigen Pflanzen zur Verfügung gestellt werden.

In einem Boden, der von Natur nicht reich an Kalk ist, haben für uns die Bakterien ein besonderes Interesse wegen der soeben erwähnten Verbreitung des Kalkes. Ich werde später erwähnen, daß die Salpeterbakterien dieses Material zur Neutralisation der entstehenden Salpetersäure nötig haben. In noch größerer Menge bedürfen diejenigen Organismen, welche bei mangelndem Zutritt von atmosphärischem Sauerstoff auf eine intramolekulare Atmung (siehe Seite 4) angewiesen sind, den Kalk, und zwar ebenfalls zur Neutralisation.

Die verzehrten Nahrungsmittel, z. B. die Kohlehydrate, werden bei Mangel an Sauerstoff nicht vollständig oxydiert, nicht ganz in Kohlensäure verwandelt, sondern nur teilweise. Bei Mangel an Sauerstoff scheiden die Bakterien saure Produkte aus, unter denen namentlich die Buttersäure durch ihren unangenehmen Geruch sich bemerkbar macht. Wenn man aus einer dicht bevölkerten Stadt den sich anhäufenden Unrat nicht fortschaffen wollte, so müßten die Bewohner schließlich darin ersticken. Gerade so ergeht es den Bakterien, welche die Ackerkrume bewohnen. Die von ihnen angehäuften sauren Produkte werden durch den Hinzutritt von Kalk neutralisiert, der entstehende buttersaure Kalk und dergl. ist ein für das Leben der Bakterien unschädlicher Stoff, welcher bei dem späteren

Hinzutritt von atmosphärischem Sauerstoff einer weiteren Oxydation zu Kohlensäure unterliegt. Hierdurch wollte ich nur andeuten, daß die Verbreitung des Kalkes im Boden sowohl für die Pflanzen wie auch für die Bakterien nützlich ist.

Es bedarf kaum eines Hinweises, daß das Leben der Bakterien sich nur dann in geregelter Weise vollziehen kann, wenn neben dem Essen und der Atemluft auch Wasser zum Trinken vorhanden ist. In einem völlig trocknen Boden können die Bakterien nicht leben, sich nicht vermehren. Andererseits darf der Vorrat an Wasser kein zu großer sein; namentlich soll durch ein Übermaß von Wasser im Boden der Zutritt der atmosphärischen Luft nicht gestört werden. Die Drainage des Bodens ist für die dort lebenden Bakterien von sehr großem Werte. Der Boden wird dann „tätiger". Diese Tätigkeit bezieht sich auf die Arbeit der dort wohnenden kleinen Lebewesen.

Wenn wir einen Moorboden entwässern, kalken, mit Kali und mit Phosphorsäure düngen, so kommen diese Maßregeln zunächst den dort lebenden Bakterien zu gute. Durch die Fortnahme von Wasser kann die Atemluft zu ihnen gelangen. Der Kalk dient dazu, um die durch eine „intramolekulare" Atmung im Moorboden angehäuften Säuren (Humussäure und dergl.) zu neutralisieren und die Lebensbedingungen für die Organismen günstiger zu gestalten. Die Bakterien gebrauchen auch noch andere Stoffe zur Unterhaltung ihres Lebens, z. B. Kali und Phosphorsäure, mit denen wir den Moorboden düngen müssen. Erst dann, wenn die schnell arbeitenden Bakterien von allen diesen Maßnahmen Nutzen gezogen haben, finden auch die Kulturpflanzen bessere Bedingungen ihres Daseins.

Im Moorboden sind ungünstig wirkende Einflüsse in besonders reichlichem Grade vorhanden und fallen somit bei dem Moorboden die Erfolge der Kultur oft ganz besonders in die Augen. Aber auch der gewöhnliche Ackerboden zeigt wesentliche Veränderungen, wenn wir es verstehen, den Bakterien das Leben angenehm zu machen, ihnen Atemluft, Essen, Trinken zu geben und, wenn nötig, schädliche Ausscheidungsprodukte durch Zuführung von Kalk zu beseitigen.

Die Bakterien danken die gute Behandlung dem Landwirt durch die Lockerung des Bodens, durch die gleichmäßige Verteilung von Kalk, die Löslichmachung wichtiger sonstiger Mineralstoffe und durch die Erzeugung von Wärme, mit einem Worte durch die Erzielung der richtigen „Gare".

2. Die Bildung von Ammoniak.

Im vorigen Abschnitte haben wir gelesen, daß die Bakterien die ihnen zur Verfügung stehende Nahrung zersetzen. Die Angaben bezogen sich vorzugsweise auf die stickstofffreien Anteile des ihnen zur Verfügung stehenden Futters.

Bekanntlich müssen Tiere und Menschen außerdem stickstoffhaltige Nahrung (Protein, Eiweiß) verzehren und können auch die Bakterien ohne solche nicht leben. Sie finden Protein in den Pflanzenresten des Bodens, gebrauchen einen Teil desselben zum Aufbau ihres Leibes, einen anderen Teil verändern sie oder scheiden ihn im veränderten Zustande wieder aus.

Durch Versuche mit lebenden Tieren wurde festgestellt, daß von dem Protein des Futters stets nur ein gewisser, bei den einzelnen Futtermitteln schwankender Anteil verdaut wird. In gleicher Lage befinden sich die Bakterien. Auch diese sind nicht imstande, alle Proteinstoffe zu verdauen, welche sie als Nahrung im Boden vorfinden. Da nun von Jahr zu Jahr Pflanzen neu absterben, erscheint es erklärlich, daß der Gehalt des Ackerbodens an unlöslichen Stickstoffverbindungen bisweilen ein recht erheblicher ist.

Eine wichtige Aufgabe der Wissenschaft besteht darin, die Bedingungen zu erforschen, unter denen die unlöslichen Stickstoffverbindungen des Bodens für die Pflanzen nutzbar gemacht werden können.

Jedoch wollen wir uns mit dieser Frage zunächst nicht beschäftigen, sondern darlegen, in welcher Weise aus dem Protein das Ammoniak erzeugt wird.

Im Eiweiß oder Protein ist der Stickstoff mit einer Anzahl von anderen Elementen verbunden, und zwar mit Sauerstoff, Wasserstoff, Schwefel, Kohlenstoff, zum Teil außerdem noch mit Phosphor. Alle diese Elemente sind miteinander zu einer sogenannten Molekel vereinigt, welche ehemals in der Pflanze aufgebaut wurde. Die Bakterien zerstören dieses Bauwerk, sie nehmen einen Stein nach dem anderen, ein Element nach dem anderen daraus fort. Schließlich bleibt der Stickstoff mit einem Teil des Wasserstoffs in so inniger Verbindung zurück, daß die Bakterien die letzten Reste des Bauwerkes nicht zertrümmern können. Dieses Endprodukt der Vernichtung von Protein nennen wir Ammoniak.

Nicht alle im Boden lebenden Bakterien sind imstande, die Abbruchsarbeiten des ehemaligen Gebäudes mit gleicher Schnelligkeit auszuführen. Manche von ihnen erlahmen, wenn die Arbeit kaum *halb* fertig ist.

Bei den Umsetzungen stickstoffhaltiger Pflanzenstoffe im Boden entstehen eine Anzahl von *halbzersetzten* stickstoffhaltigen Produkten. Der Stickstoff ist dann mit allerlei Resten des Kohlenstoffs, Sauerstoffs und dergl. verbunden. Derartige Erzeugnisse haben keinen besonderen Wert, weil solche nicht zur Ernährung der Pflanzen mit Stickstoff dienen können. Uns interessiert zunächst ausschließlich die Umwandlung der Stickstoffverbindungen zu dem Zwecke, um ein Material zu erhalten, welches die Pflanzen später als Nahrung gebrauchen. Die Pflanzen sind nicht imstande, das Protein zu verzehren, welches sie selbst bildeten und das nun in Form von Pflanzenresten im Boden lagert. Aus dem Protein müssen zunächst lösliche, sehr einfach gestaltete chemische Verbindungen durch die Tätigkeit von Bakterien entstehen, und von diesen können wieder nur einige, und zwar die am einfachsten konstruierten, in die Pflanzen durch die Wurzeln derselben eintreten, um zum Aufbau von Eiweißmolekeln von neuem zu dienen. Es vollzieht sich ein beständiger Kreislauf des Stoffs.

Auf Seite 11 sprach ich von der Bildung des Ammoniaks aus Harnstoff. Der Harnstoff ist eines der Endprodukte des *tierischen* Stoffwechsels und als solches eine recht einfach gestaltete chemische Verbindung. Den Bakterien macht es keine Schwierigkeit, denselben vollständig und innerhalb weniger Tage in

Ammoniak zu zerlegen. Eiweiß ist dagegen sehr kompliziert zusammengesetzt. Durch die Arbeitsleistung der Bakterien wird im Verlauf einiger Wochen oft kaum die Hälfte des vorhandenen Stickstoffs der Proteinstoffe in Ammoniak umgebildet.

Fig. 1. Bacillus mycoides.

Fig. 2. Bacillus subtilis mit Sporen.

Es liegen die Ergebnisse von Versuchen vor, bei denen verschiedene Arten von Bakterien unter völlig gleichen Bedingungen 20 Tage lang auf Eiweiß einwirkten. Von je 100 Teilen des in der Nahrung gegebenen Eiweiß-Stickstoffs waren in Ammoniak verwandelt durch:

Bacillus mycoides .	46	Teile,
Proteus vulgaris .	36	„
Sarcina lutea . . .	27	„
Bacillus subtilis . .	23	„ .

Viele andere Bakterien bringen es auch nach längerer Zeit überhaupt nicht bis zur Entstehung von Ammoniak, sondern sie erzeugen Zwischenprodukte.

Ferner ist zu erwähnen, daß die Entstehung von Ammoniak, in reichlicherer Menge, nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen erfolgt. Der zuerst genannte Bacillus mycoides, ein überall verbreiteter Erdbewohner, arbeitet am schnellsten bei stark vermindertem Zutritt der Luft, bei schwach alkalischer Reaktion oder bei Gegenwart von Kalk, ferner bei Temperaturen, die nahe bei 30° C. liegen. Bei 40° stellt dieser Organismus seine Tätigkeit vollständig ein, bei 5° wurden kaum nachweisbare Mengen von Ammoniak gebildet.

Der Leser möge aus diesen Angaben folgendes ersehen:

Die Pflanzen (und auch die Tiere) enthalten die stickstoffhaltige Substanz vorwiegend in Form von Eiweißstoffen und dem Eiweiß ähnlichen Bestandteilen.

Diese Eiweißstoffe sind nicht fähig, einer neuen Generation von Pflanzen zur Nahrung unmittelbar zu dienen, sondern sie müssen durch die Bakterien des Bodens zunächst zersetzt und in einfachere Stoffe zerlegt werden. Das Endprodukt der Umsetzungen ist Ammoniak. An dessen Bildung sind sehr verschiedene Bakterienarten, diese aber in ungleicher Weise beteiligt.

3. Die Bildung von Salpeter.

Die Bakterien, welche im Boden leben, haben eine merkwürdige Arbeitseinteilung eingeführt. Ich sprach zunächst von solchen, deren wichtigster Lebenszweck darin besteht, daß sie die Kohlenstoffverbindungen ihrer Nahrung in einfachere Substanzen, zuletzt in Kohlensäure zerlegen. Dann erwähnte ich Bakterien, welche aus dem Harnstoff das Ammoniak erzeugen. Die letzteren sind unfähig, aus anderen Stickstoffverbindungen, z. B. aus dem Eiweiß, Ammoniak zu bilden. Dies geschieht durch besondere Arten, welche ihrerseits eine Zerlegung des Harnstoffs nicht ausführen können. Diejenigen Bakterien, von denen ich jetzt sprechen möchte, entfalten wieder eine andere Tätigkeit, sie verwandeln das Ammoniak in Salpeter.

Der Salpeter ist für die Landwirtschaft von großer Wichtigkeit. Alle landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, mit Ausnahme der Leguminosen, decken ihren Bedarf an Stickstoff vorzugsweise aus dem Salpeter, den sie entweder in der Erde als natürlichen Vorrat derselben finden, oder den man ihnen als Düngemittel gegeben hatte.

Düngen wir mit Chilesalpeter, so benutzen wir ein Produkt, welches diese Organismen zu anderen Zeiten und an anderen Orten der Erde hervorgebracht hatten. Der Salpeter ist stets durch die Tätigkeit kleiner Lebewesen entstanden und nicht durch einfache chemische Prozesse.

Die Chemie hat in den letzten 100 Jahren erstaunliche Fortschritte gemacht, aber es ist bis jetzt nicht gelungen, den Salpeter künstlich in solcher Weise herzustellen, daß das Produkt technisch verwertbar wäre. Wir müssen stets auf dasjenige Erzeugnis zurückgreifen, welches die Salpeterbakterien uns liefern.

Keineswegs ist die Möglichkeit ausgeschlossen, daß der Stickstoff der Luft mit Hilfe der Elektrizität und chemischer Prozesse in eine für die Pflanzen brauchbare Substanz umgewandelt werden kann, da aber der hierbei erforderliche Kraftaufwand ein ganz erheblicher sein muß, und dieser viel Geld kostet, wird auch das etwa erzielte Produkt sehr teuer sein. Billiger als die Chemiker und als die Elektrotechniker arbeiten die Bakterien. Eine wichtige Aufgabe der nächsten Zeit besteht darin, daß wir mit den kleinen Freunden der Landwirtschaft uns näher vertraut machen.

Ohne die emsige und durch endlose Zeiträume fortgesetzte Tätigkeit dieser Organismen, welche durch die Salpeterlager in regenlosen Distrikten Südamerikas, Kaliforniens und Ostindiens sich kund gibt, würden wir kein Schießpulver, keine Sprengstoffe haben, und kann man die kulturgeschichtliche Entwickelung des Menschengeschlechtes ohne Schießpulver, ohne Sprengstoffe sich gar nicht vorstellen.

Durch diese Hinweise möchte ich nur angedeutet haben, daß die Forschungen über die Eigenschaften der Salpeterbakterien nicht nur ein landwirtschaftliches, sondern auch ein ganz allgemeines Interesse haben. Hierbei steht das wichtige Ziel im Hintergrunde, geeignete Maßregeln zu treffen, durch welche es möglich ist, eine recht große Menge von Salpeter in unseren Ackerböden zu erzeugen, damit wir auf diese Weise unabhängiger von den Zufuhren dieses Handelsartikels aus Chile werden. Die Lager von Chilesalpeter sind nicht unerschöpflich und müssen in absehbarer Zeit, man redet von 25 Jahren, zu Ende gehen.

Die neu entdeckten Lager in Kalifornien haben keinen sehr hohen Gehalt an reinem Salpeter, sie liegen im Innern des Landes, die Arbeitslöhne sind dort teuer, der Transport bis zur Küste weit. Die europäische Landwirtschaft wird von den kalifornischen Lagern einen großen Nutzen nicht haben.

Eigentümlich ist es, daß eine Ansammlung von Salpeter an gewissen Orten der Erde, beispielsweise in Chile, überhaupt stattfinden konnte. Die Tatsache, daß dort die Base des Salpeters aus Natron besteht und auch Jod darin vorkommt, spricht dafür, daß die stickstoffhaltigen Bestandteile des Meeres: Algen, Fische und dergl., an der Bildung der Salpeterlauge beteiligt sein werden.

Der Salpeter findet sich dort in einer regenlosen Zone und ist die Ablagerung nur dadurch zu erklären, daß der Boden nicht durch Wasser ausgewaschen und das Produkt im Laufe von Jahrtausenden nicht fortgeschwemmt ist.

Bevor man die großen Lager in Chile entdeckt hatte, kam diese Ware vorzugsweise aus Bengalen, und wird sie noch heute, wenn auch in nur sehr geringen Mengen, aus Ostindien nach Europa verladen. Der indische Salpeter ist ein Kalisalz. Dieser kommt dort ebenfalls in einer fast regenlosen Gegend in abbauwürdigen Lagern vor. Zum Teil gewinnt man ihn in Indien seit alter Zeit durch Auslaugen und durch Eindunsten von salpeterhaltiger Erde.

Tier- und Menschenexkremente werden dort auf dem Boden ausgebreitet. Durch sehr mäßige Regengüsse sickern Harn und sonstige lösliche Anteile des Düngers in den Boden, und durch die Tätigkeit von Bakterien unterliegt das aus dem Harn gebildete Ammoniak bei günstigen Temperaturverhältnissen und bei mäßiger Feuchtigkeit einer Oxydation zu Salpeter. Die Umwandlung wird wesentlich dadurch begünstigt, daß man Asche von Vegetabilien, die reich an Kali sind, auf denselben Boden ausstreut, und vereinigt die entstehende Salpetersäure sich mit dem Kali. Später wird die Erde ausgelaugt, die Flüssigkeit eingedunstet, und erhält man nun eine Masse, die zum großen Teil aus Salpeter besteht.

Vor 100 Jahren hat man auch in Deutschland Salpeter gemacht. Napoleon gebrauchte für seine Kriegszüge viel Pulver und somit auch viel Salpeter. Die Lager in Chile waren damals noch nicht bekannt, die Zufuhr aus Indien wurde durch die Engländer möglichst beschränkt, und mußte man in Europa dazu übergehen, sogenannten Plantagensalpeter zu gewinnen, in ähnlicher Weise, wie solches in Indien seit Jahrhunderten geschehen war.

Die Sperre dauerte nicht lange, der Handel wurde wieder eröffnet und hat man später mit der Gewinnung eines solchen Salpeters in Europa sich nicht weiter befaßt.

In Zukunft wird man dieser Frage wieder näher treten müssen, wenn auch in anderer Weise, als ehemals. Der zur Pulverfabrikation dienende Salpeter wird vielleicht später auf elektrisch-chemischem Wege erzeugt werden können. Dagegen kann der Landwirt für Düngungszwecke die Salpeterfabrikation selbst betreiben, indem er die ganze Ackerkrume in einen solchen Zustand versetzt, daß die dort befindlichen Bakterien in hinreichender Menge aus Stalldünger, aus schwefelsaurem Ammoniak und aus anderen stickstoffhaltigen Materialien den Salpeter herstellen. Um dies zu erreichen, müssen wir uns mit den Lebenseigenschaften jener Bakterien, welche die Umsetzungen bewirken, ganz genau vertraut machen.

Ich teile hierüber folgendes mit.

Das Ammoniak kann von den landwirtschaftlichen Kulturpflanzen als Stickstoffnahrung verwendet werden, wenn man die Pflanzen zur Aufnahme desselben unter künstlich hergestellten Bedingungen zwingt. Bei den natürlichen Verhältnissen des Ackerlandes wird dies nicht oder nur in unerheblichem Grade geschehen. Das Ammoniak ist für die Pflanzen ein zu rohes Gericht, sie ziehen eine besser zubereitete Speise als Nahrung vor, und solche bereiten diejenigen, gewissermaßen als Köche fungierenden Bakterien, welche man Salpeterbildner nennt.

Im Ammoniak ist der Stickstoff mit Wasserstoff chemisch vereinigt, im Salpeter dagegen mit Sauerstoff. Der Austausch dieser beiden Elemente geschieht durch jene Salpeterbildner. Hierbei müssen dieselben eine anscheinend schwere Arbeit verrichten, die nur durch eine Arbeitsteilung zustande kommt.

Eine bestimmte Bakterienart, die wir genau kennen, hat die Fähigkeit, je 6 Atome Wasserstoff aus der bisherigen Vereinigung mit Stickstoff loszulösen und dafür 3 Atome Sauerstoff an dessen Stelle zu setzen. Das entstandene Produkt ist ein halbfertiges Fabrikat, wir nennen es Nitrit. Nun kommt eine andere Bakterienart, benutzt das Nitrit und fügt diesem noch 2 Atome Sauerstoff hinzu. Die hierbei entstandene Salpetersäure findet Gelegenheit, mit einem basischen Stoff (meist ist dies Kalk) sich zu verbinden, und nennt man das Produkt Salpeter.

Mit aller Sicherheit wurde nachgewiesen, daß der zuerst wirkende Organismus nicht imstande ist, den Salpeter allein zu fabrizieren, sondern dieser stellt nur das Halbfabrikat her. Andererseits ist die zweite Bakterienart ganz unfähig, das Rohprodukt Ammoniak in Nitrit zu verwandeln, sondern sie führt nur die Veredelung des Halbfabrikates aus. Die Bakterien verhalten sich wie Arbeiter in großen Fabriken, in denen jeder eine ganz bestimmte Arbeit zu leisten hat.

Ich habe früher angegeben, daß die Bildung von Ammoniak, sowie die Zersetzung von stickstofffreien Stoffen durch recht verschiedene Organismen veranlaßt werden kann. Die Salpeterbildung dagegen geschieht ausschließlich durch die genannten zwei Arten, von denen der eine Nitritbildner, der andere Salpeterbildner (oder auch Nitratbildner) genannt wird. Ich habe Gelegenheit gehabt,

Erden aus verschiedenen Teilen Europas, von Kamerun, Ostafrika, Chile, Ostindien zu untersuchen und stets dieselben salpetererzeugenden Organismen aufgefunden. Der russische Forscher Winogradsky hatte schon früher sehr eingehend mit solchen Bakterien sich beschäftigt. Auch dieser fand überall nur die beiden Arten. Nach ihm scheint zwar der Nitritbildner aus tropischen Gegenden etwas größer zu sein als der europäische, indes liegt ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden nicht vor.

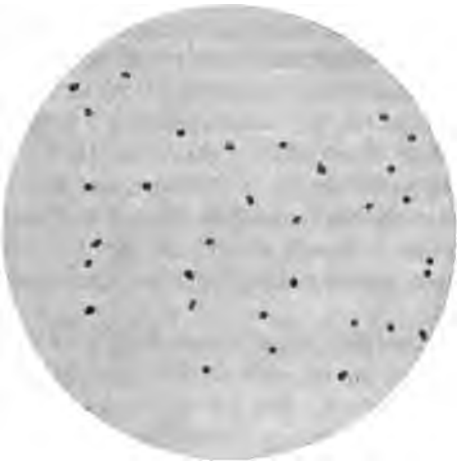

Fig. 3. Der Nitritbildner.

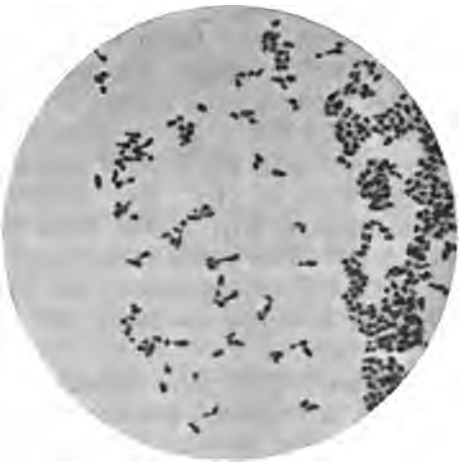

Fig. 4. Der Salpeterbildner.

Sehr merkwürdig ist die Ernährungsweise dieser beiden Organismen. Alle Lebewesen haben zur Unterhaltung ihres Lebens die Aufnahme von Materialien nötig, welche als charakteristisches Element den Kohlenstoff enthalten. Die Pflanzen verarbeiten den Kohlenstoff in Gestalt von Kohlensäure. Diese wird in der grünen Pflanzenzelle durch die Einwirkung von Sonnenlicht in „organische" Substanz verwandelt, welche zunächst zum Aufbau der einzelnen Teile der Pflanze dient und die Pflanzen werden dann zum Lebensunterhalt der Tiere benutzt. Die Tiere vermögen aus Kohlensäure oder aus anderen „unorganischen" Stoffen den Kohlenstoff nicht zu entnehmen, sie sind stets auf das Produkt angewiesen, welches in der belichteten Pflanzenzelle entstand. Fleischfressende Tiere leben von Geschöpfen, die Pflanzenfresser sind; man kann die Karnivoren daher als indirekte Herbivoren bezeichnen.

Auch die Bakterien, von denen wir bisher redeten, sind bei der Ernährung mit organischen Stoffen auf dasjenige Material angewiesen, welches zunächst in der grünen Pflanzenzelle aus Kohlensäure und aus Sonnenlicht sich bildete, und

LIBRARY OF THE UNIVERSITY

könnte man aus dieser Tatsache den Schluß ableiten, daß in der Entwickelungsgeschichte der Erde die Tiere und die Bakterien später entstanden sind, als die ihnen die Nahrung liefernden Pflanzen.

Die beiden salpeterbildenden Bakterien machen eine Ausnahme. Sie verschmähen jede organische Nahrung. Bei Gegenwart größerer Mengen von löslichen organischen Stoffen gehen sie zu Grunde. Den zum Aufbau ihres Körpers nötigen Kohlenstoff entnehmen sie in gleicher Weise wie die höheren Pflanzen ausschließlich der freien Kohlensäure. Von den Pflanzen unterscheiden sie sich dadurch, daß von ihnen die Kohlensäure ohne Beihilfe von Sonnenlicht zerlegt wird. Es würde mich zu weit führen, hier näher anzugeben, in welcher Weise dieser höchst merkwürdige Vorgang sich abspielt. Ich habe darüber an anderer Stelle (Zentralbl. für Bakteriologie, Abt. 2, 1901, S. 175) meine Ansichten ausgesprochen.

Die eigentümliche Ernährungsweise läßt es wahrscheinlich sein, daß wir in den salpeterbildenden Organismen Lebewesen vor uns haben, die bereits einer sehr frühen Entwickelungsperiode der Erde angehörten, weil sie bei ihrer Ernährung auf irgend welche Pflanzenstoffe nicht angewiesen sind.

Den Stickstoff nimmt der Nitritbildner nur in Form von Ammoniak auf, das andere Bakterium nur als Nitrit. Außerdem bedürfen diese Lebewesen Kali und Phosphorsäure, ferner scheint ein geringer Vorrat von Eisen zwar nicht unbedingt notwendig, aber ganz nützlich zu sein. Selbstverständlich ist der reichliche Zutritt von atmosphärischer Luft ein unbedingtes Erfordernis, denn die Umwandlung des Ammoniaks zu Salpeter geht nur bei Vorhandensein von freiem Sauerstoff vor sich.

Hiermit sind aber noch nicht alle Bedingungen für den guten Verlauf der Salpeterbildung erfüllt. Das Produkt, welches dabei entsteht, ist eine Säure, die man Salpetersäure nennt. Die Salpeterbildner sind gegen das Vorhandensein von Säure fast noch empfindlicher als andere Erdbakterien, sie gehen durch die Säure zu Grunde, und ist es notwendig, daß die Säure fortgeschafft, daß sie neutralisiert wird. Dies geschieht in der Natur meistens durch den im Boden vorhandenen Kalk, man kann bei einer künstlichen Ernährung dieser Organismen aber auch jede andere „basische" Substanz nehmen, welche nicht giftig ist und Säure zu neutralisieren vermag (z. B. Natriumkarbonat, Kaliumkarbonat, Magnesiumkarbonat).

Wir entnehmen hieraus folgendes: Die Bildung von Salpeter kann nur aus bereits vorhandenem Ammoniak geschehen. Sie wird begünstigt bei guter Durchlüftung und Lockerung des Bodens, sowie hinreichendem Vorrat desselben an Kali, Phosphorsäure und Kalk.

4. Die Bakterien der Leguminosenpflanzen.

Seit langer Zeit weiß man, daß die Hülsenfrüchte und die Kleearten den Boden scheinbar nicht ärmer machen, sondern die Nachfrucht gedeiht besser. Man spricht in diesem Falle von „bodenbereichernden" Pflanzen. Die Untersuchungen haben erwiesen, daß die Annahme der „Bodenbereicherung", streng genommen,

nicht ganz richtig ist. Die Hülsenfrüchte und die Kleearten gebrauchen bei einem üppigen Wachstum recht große Mengen von Phosphorsäure und von Kali. Gewisse Arten nehmen außerdem viel Kalk aus dem Boden fort. Eine wirkliche Bereicherung des Bodens erfolgt beim Anbau dieser Pflanzen ausschließlich in Bezug auf den Stickstoff. Bei der Untersuchung eines beliebigen Ackerbodens findet man oft einen viel geringeren Vorrat an Stickstoffverbindungen in aufnehmbarer Form, wie an Phosphorsäure, Kali und Kalk, und tritt daher die durch Leguminosenpflanzen erfolgte Bereicherung des Bodens an Stickstoff viel eher in die Erscheinung, jedoch ist, streng genommen, diese Bereicherung eine einseitige, nur auf einen Pflanzennährstoff sich erstreckende.

Zweifellos ist erwiesen, daß hierbei wieder Bakterien mitwirken.

Lassen wir einen Samen von irgend einer Pflanze aus der Familie der Leguminosen, vielleicht eine Erbse, im Boden keimen, so entwickelt sich eine kleine Wurzel und aus den dicken Keimblättern sprossen bald die ersten Blätter hervor. Die Nahrung nimmt die junge Keimpflanze zunächst aus den im Samen aufgespeichert gewesenen Reservestoffen, vorzugsweise aus Stärkemehl und aus eiweißähnlichen Bestandteilen. Inzwischen ist das Wachstum so weit vorgeschritten, daß die Blätter mit der Verarbeitung von Kohlensäure der Luft zu Kohlehydraten begonnen haben, während das stickstoffhaltige Material zunächst noch aus den Reservestoffen des Samens geliefert wird. Die Pflanze wird größer, der Reservevorrat ist erschöpft. Treffen die Wurzeln nun mit Salpeter im Boden zusammen, so wird dieser begierig aufgenommen. Ist dagegen Mangel an Salpeter, oder solcher für die Wurzeln überhaupt nicht erreichbar, dann treten Bakterien helfend ein, und zwar haben wir es jetzt mit ganz anderen Arten als den bereits früher beschriebenen zu tun. In einem jeden guten Kulturboden sind gewisse Bakterien vorhanden, welche in einer ganz bestimmten Entwickelungsperiode die Fähigkeit haben, in das Innere der Wurzeln von Kleearten und von Hülsenfrüchten einzudringen und dort zur Entstehung von Verdickungen, von sogen. Knöllchen, Anlaß zu geben.

Sind die Bakterien in größerer Menge hier vorhanden, so scheiden sie einen Stoff aus, der die Oberhaut der Wurzelhaare zum Aufquellen bringt. Zunächst sind die Bakterien ganz außerordentlich klein, kleiner als irgend welche anderen Lebewesen. Sie schlüpfen in die aufgequollene weiche Masse hinein und gelangen ins Innere der feinen Wurzelhaare. Das Haar krümmt sich nach Art eines Hirtenstabes, die Bakterien vermehren sich, sie wandern in einer hier nicht näher darzulegenden Weise weiter ins Innere der Wurzel und geben dann Anlaß zu eigentümlichen Verdickungen, zu den sogenannten Knöllchen, die wir oft in großer Anzahl an den Wurzeln der Erbsen oder anderer Hülsenfrüchte und Kleearten beobachten können.

Nun beginnt ein eigentümliches Leben in den Knöllchen. Die Bakterien vermehren sich. Sie nehmen ihre Nahrung von den ihnen seitens der Pflanze dargebotenen Kohlehydraten, Eiweiß und dergl. und sind sie Schmarotzer der Pflanzen. Zunächst vermögen die Pflanzen ihnen keinen Widerstand entgegenzusetzen.

Allmählich wird die Pflanze kräftiger, der Widerstand der Wurzelzellen gegen die Eindringlinge ist gestärkt und die Pflanze wird befähigt, von den Bakterien gewisse Teile, die durch einen höheren Gehalt an Eiweiß sich auszeichnen, aufzusaugen. Die Bakterien haben das Bestreben, den Verlust wieder zu ersetzen, es kommt oft zu einer buckelförmigen Auftreibung der Form oder zu zweigartigen Ansätzen, welche man Bakteroiden nennt, und nun erst sind diese

Fig. 5. Wurzelknöllchen an Serradella.

Fig. 6. Wurzelknöllchen an Lupinen.

Dinger fähig, den freien Stickstoff zu verarbeiten, diesen zur Herstellung von Eiweiß zu verwenden. Die Bodenluft, und mit dieser der Stickstoff, dringt in das schwammige Gewebe der Knöllchen ein und findet dann in einer bisher nicht aufgeklärten Weise der Eintritt des Stickstoffs in bereits vorhandene organische Molekeln statt.

Dieser Vorgang ist von ungemeiner Wichtigkeit. Wir haben mit ihm als mit einer feststehenden Tatsache zu rechnen, wenn auch noch dieses und jenes dabei aufzuklären ist, weil es bisher nicht möglich war, die Bakterien bei ihrer Arbeit vollständig zu belauschen; wir wissen bis jetzt noch nicht, wie der mechanisch-chemische Vorgang bei der Einfügung von Stickstoffatomen in organische

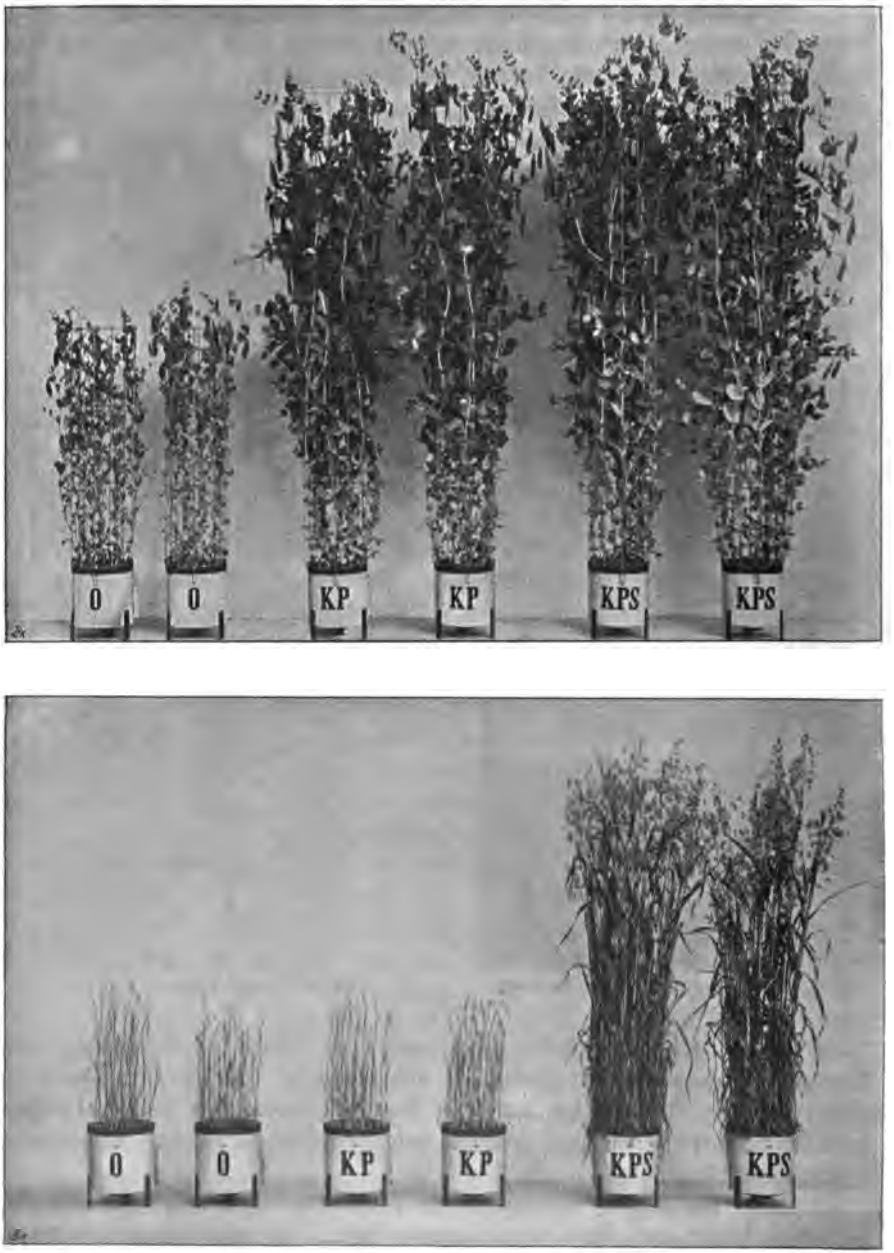

Fig. 7. Vegetationsversuche zum Nachweis der Aufnahme von freiem Stickstoff durch Leguminosen (nach P. Wagner Darmstadt). O = ungedüngt, KP = gedüngt mit Kali und Phosphorsäure, KPS = gedüngt mit Kali, Phosphorsäure, Stickstoff. Obere Gefäßreihe mit Erbsen (Leguminose), untere Gefäßreihe mit Hafer (Nicht-Leguminose).

Molekeln verläuft. Dies hat aber nur ein theoretisches und kein praktisches Interesse.

Fig. 8. Vegetationsversuch mit Lupinen zum Nachweis der Abhängigkeit der Aufnahme von freiem Stickstoff durch Bakterien nach Hellriegel.
(Die großen Pflanzen wuchsen in nicht sterilisierten Boden, die kleinen (kaum sichtbaren) Pflanzen in der Mitte des Gefäßes, sind aus Vegetationstöpfen entnommen, in denen der Boden zuvor sterilisiert war.)

Ich sprach vorhin von der Einwanderung der Bakterien in die Wurzeln der Leguminosen.

Fig. 9. Stäbchenförmige Bakterien aus den Knöllchen von Phaseolus vulgaris.

Fig. 10. Bakteroiden von Trifolium pratense (Rotklee).

Dieser Einmarsch der Bakterien in die Wurzeln vollzieht sich keineswegs mit stets gleicher Schnelligkeit. Bisweilen stellen sich Hindernisse ein, die hin und wieder unüberwindlich sind. Am schnellsten geschieht die Einwanderung — beispielsweise bei der Erbse —, wenn solche Bakterien vor der Eingangspforte warten, welche früher bereits die Knöllchen der Erbse bewohnten. Hatten die Bakterien im vorhergehenden Jahre in einer Wicke eine Mietswohnung gehabt, dann geht die Einwanderung in die Erbse etwas langsamer, aber doch noch ziemlich gut vor sich. Erbsen und Wicken sind in botanischer Hinsicht nahe miteinander verwandt.

Die eingedrungenen Bakterien sind nur in der ersten Zeit Schmarotzer, später erhalten sie in der soeben geschilderten Weise die Fähigkeit, der Wirtspflanze sich nützlich zu erweisen, sie mit Stickstoff zu versorgen.

Handelt es sich um Bakterien, welche früher in einer Pflanze lebten, die, botanisch betrachtet, mit der Erbse nicht näher verwandt ist, dann wirkt der von den Bakterien abgesonderte Saft nicht sogleich auf die Oberhaut der Wurzelhaare quellend ein und es dauert lange Zeit, bis den Bakterien die Eingangspforten der Erbsenpflanzen geöffnet werden. Ist dies endlich geschehen, so bleiben die Eindringlinge während der ganzen Vegetationsperiode dauernd Parasiten, sie ernähren sich von den Bestandteilen der neuen Wirtspflanze, ohne für diese Stickstoff zu sammeln. Auch bleibt ihre Form unverändert, sie wachsen nicht zu sogen. Bakteroiden aus.

Es kann ferner der Fall eintreten, daß der Artenbestand von zwei Leguminosenpflanzen ein recht weiter ist. Treffen beispielsweise Bakterien, welche vorher eine Lupine bewohnt hatten, mit der Erbsenwurzel zusammen, so findet ein Aufquellen der Wurzel überhaupt nicht statt, die Lupinenbakterien dringen in die Erbsenwurzel nicht ein.

Demnach sind die Bakterien nicht bei allen Angehörigen der Pflanzenfamilie der Leguminosen gleich wirksam, sondern vorzugsweise bei derjenigen Art, in welcher die Vorfahren der betreffenden Bakterien früher einmal gewohnt hatten.

Wir haben es hier mit Anpassungsverhältnissen zu tun.

Diese Beobachtungen führten zu der Erwägung, ob es möglich sei, durch eine rationelle Zuchtwahl die Anpassung an neue Lebensbedingungen zu steigern.

Hiltner machte Versuche mit Erbsen und mit Gartenbohnen. Diese beiden Pflanzen stehen botanisch einander nicht nahe. Die Bakterien der Erbse dringen in die Bohnenwurzel zwar ein, aber sie bleiben dort Schmarotzer, sie haben nicht die Fähigkeit, in der neuen Pflanze, der sie bisher sich nicht angepaßt hatten, Stickstoff zu verarbeiten, und können sie der Pflanze somit keinen Nutzen bringen.

Fig. 11. Bakteroiden von Vicia sativa (Wicke).

Die Bakterien der Erbse und der Gartenbohne sind in der Form leicht voneinander zu unterscheiden. — Hiltner säete in einen sterilisierten, von Bakterien befreiten Boden, der in einer Anzahl von großen Vegetationsgefäßen sich befand, Erbsen. In einigen Gefäßen erhielt der Boden einen sehr geringen Zusatz von solchen Bakterien, welche früher in der Erbse gelebt hatten, in anderen eine Zugabe von Bohnenbakterien. Im folgenden Herbste wurden aus den gebildeten Knöllchen Bakterien herausgenommen, diese auf künstlichen Nährböden überwintert, und sind im folgenden Jahre die Bakterien in der gleichen Weise auf Erbsen übertragen. Die Pflanzen wurden bei dem Abschluß der Vegetationsperiode auf deren Gehalt an Stickstoff untersucht. Setzt man die Menge des Stickstoffs, welche diejenigen Bakterien, die stets in der Erbse gelebt haben, aus der Luft heranholten, gleich Hundert, so hatten Bakterien, ursprünglich aus der Gartenbohne entnommen, folgende Mengen von Stickstoff verarbeitet:

im ersten Jahre nichts,
im zweiten Jahre 49 Teile.

Die Bakterien hatten sich demnach im zweiten Jahre den neuen Lebensbedingungen teilweise angepaßt, sie waren nur zum Teil Parasiten geblieben.

Der gleiche Versuch ist auch in der Weise ausgeführt, daß man die Bakterien aus den Wurzeln der Gartenbohne entnahm und solche zwei Jahre hintereinander in Erbsen kultivierte. Von den in der Bohnenpflanze kultivierten Erbsenbakterien war im ersten Jahre ebenfalls kein Stickstoff aufgenommen. Im zweiten Jahre dagegen 74 Teile, wenn man die Menge des Stickstoffs, welchen die dauernd in der Bohne gewachsenen Bakterien aufnahmen, durch die Zahl 100 ausdrückt.

Hiltner verfolgte das interessante Anpassungsvermögen dieser kleinen Lebewesen noch weiter.[4]) Es war die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß die Bakterien, beispielsweise diejenigen der Erbse, unter besonders günstigen Lebensbedingungen befähigt werden konnten, eine größere Menge von Stickstoff aus der Luft aufzunehmen, als andere, denen ungünstigere Existenzbedingungen dargeboten werden. Es sollte ferner ermittelt werden, ob es möglich sei, unter diesen Organismen die besseren auszusuchen und die guten Eigenschaften derselben in ähnlicher Weise zu vererben, wie eine gute „Butterkuh" auf die Nachkommen die Fähigkeit zur Erzeugung von fettreicher Milch vererben kann.

Es würde eine wichtige Sache sein, wenn wir die Bakterien durch rationelle Zuchtwahl veranlassen könnten, auf einem Klee- oder Erbsenfelde, wo sie bisher vielleicht 100 kg Stickstoff aus der Luft holten, nun 120 oder 130 kg zu sammeln, ohne daß der Landwirt wesentlich größere Unkosten dadurch hat.

Um diese Frage zu beantworten, ging man von den einzelnen Knöllchen aus, welche an den Wurzeln der Leguminosenpflanzen sich befinden. Vielleicht waren diese nicht alle gleichwertig, möglicherweise konnten die Nachkommen der Bakterien aus einem bestimmten Knöllchen einen anderen Wirkungswert haben wie diejenigen der übrigen Knöllchen.

Diese Frage ist dahin beantwortet, daß die Bakteroiden, also die vollständig ausgewachsenen Organismen, in denjenigen Knöllchen eine größere Menge von Stickstoff aus der Luft aufnehmen, welche an den *obersten* Teilen der Wurzel sich befinden. Bakterien, welche aus den oberen Knöllchen entnommen waren, wurden dann auf geeigneten künstlichen Nährböden überwintert, im folgenden Jahre in den Boden übertragen, in welchem die gleiche Leguminosenart wie im ersten Jahre angebaut ist. Dasselbe Verfahren ist im zweiten und im dritten Jahre ausgeführt, und gelangte man auf diese Weise zu einer Generation von Bakterien bezw. von Bakteroiden, bei denen die Fähigkeit zur Sammlung von Stickstoff aus der Luft *sehr gesteigert* ist.

Die Landwirte sind in der Lage, derartige „hochvirulente" Kulturen von Bakterien kaufen zu können, um sie zur „Impfung" des Feldes zu benutzen. (Man wende sich an die agrikultur-botanische Versuchsstation in München, Direktion: Regierungsrat Hiltner, oder an die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft in Berlin.)

Die Steigerung der Wirkung von Leguminosenbakterien ist wissenschaftlich klar gestellt, es kommt jetzt darauf an, die Sache praktisch zu erproben. Insbesondere dürfte es sich empfehlen, die Versuche in solchen Bodenarten anzustellen, die erfahrungsgemäß geringe Erträge an Klee oder an Hülsenfrüchten geben. Dabei ist eine unerläßliche Bedingung, daß der Boden mit Phosphorsäure, mit Kali und (wenn es sich nicht um den Anbau von Lupinen handelt) auch mit Kalk genügend gedüngt ist, oder der Boden muß von Natur reich an diesen mineralischen Nährstoffen sein. Im Anschluß hieran wollen wir die Frage kurz erörtern, in welcher Weise die Übertragung von Reinkulturen virulenter Bakterien der Leguminosenpflanzen auf das Feld, die sogen. Impfung des Bodens, am besten ausgeführt wird. Wir folgen hier wieder den Ermittelungen von Hiltner.

Die Impfung ist besonders dann empfehlenswert, wenn die obersten Schichten des Bodens, in welchen Kleearten oder Hülsenfrüchte gebaut werden sollen, leicht austrocknen, oder durch Tiefkultur roher Boden aus der Tiefe an die Oberfläche gebracht wurde, oder der betreffende Boden die Hülsenfrucht oder Kleeart noch nicht oder nicht häufiger getragen hatte.

Man hat vorgeschlagen, die Reinkultur der Bakterien in Wasser zu verteilen und das Wasser dann vom Boden aufsaugen zu lassen und solchen auf dem Felde auszustreuen. Das Verfahren hat sich nicht oder nur unter ganz bestimmten Verhältnissen bewährt. Auch die Vermengung der die Bakterien enthaltenden Flüssigkeit mit den auszustreuenden Samen der Leguminosen ist nicht zu empfehlen. Ist der Boden nach der Aussaat des Samens trocken, so gehen die Bakterien frühzeitig zu Grunde. Ist er nicht trocken, so scheiden die Samen bei der Quellung oft Stoffe aus, welche für das Wachstum der Bakterien nachteilig sind. Viel sicherer ist es, die Samen zunächst quellen zu lassen und sie dann mit Bakterien zu umgeben. Durch das Quellen werden die schädlichen Stoffe ausgeschieden, der Keimungsvorgang wird eingeleitet, die Bakterien dringen schnell in die sich bald entwickelnden Wurzelhaare ein.

Am Tage vor der Aussaat werden die Samen auf einer ebenen Unterlage ausgebreitet, mittelst einer Gießkanne mit Wasser besprengt und gut durchgeschaufelt. Es ist unzulässig, so viel Wasser zu nehmen, daß dieses abfließt. Man bedecke die Samen mit einer dünnen Schicht Sand, welcher einen Teil der Feuchtigkeit aufsaugt und die oberen Samen vor dem Eintrocknen schützt. Am folgenden Tage wird die Bakterienkultur in wenig Wasser verteilt und dieses mit der Gießkanne auf die Samen gesprengt. Durch sorgfältiges Umschaufeln sorgt man für eine gleichmäßige Verteilung der Bakterien und mengt nach Verlauf einer Stunde so viel trocknen Sandes hinzu, daß die Samen nicht aneinander kleben und mit der Drillmaschine gesäet werden können. Hat man viel Sand genommen, so ist es zweckmäßig, diesen vor dem Einschütten der Samen in die Drillmaschine durch Absieben zu beseitigen, weil anderenfalls leicht ein Verstopfen der Maschine eintreten kann. Der Sand wird gleichmäßig auf dem Felde verteilt.

Die Bakterien haften sowohl an den Samen wie auch an den feuchten Sandkörnern. Bei der Entwickelung des jungen Würzelchens wandern die ersteren sehr bald in das Innere der Pflanze ein.

5. Die Bereicherung des Bodens an Stickstoff durch andere Bakterien.

Die Erkenntnis, daß die Bakterien den Leguminosenpflanzen einen hohen Nutzen gewähren, gab Anlaß zu weiteren Forschungen dahin gehend, ob in irgend einer Weise auch anderen Pflanzen, die landwirtschaftlich verwertet werden, Stickstoff aus der Atmosphäre durch Bakterien zugeführt werden kann. Die uns umgebende Luft enthält in 100 Raumteilen ungefähr 79 Raumteile Stickstoff. Zweifellos ist nachgewiesen, daß dieser freie, elementare Stickstoff unmittelbar von den Pflanzen nicht aufgenommen und nicht verwertet werden kann. Wenn nun Bakterien die Vermittler zwischen diesem Bestandteil der Luft und den Leguminosenpflanzen sind, könnten nicht gewisse Bakterien eine solche Vermittelung für andere Pflanzen übernehmen?

Diese Fragestellung lag sehr nahe. In manchen Gegenden gibt es Wiesen, die nachweislich ein ganzes Jahrhundert hindurch Heu geliefert haben, ohne daß jemals der betreffende Boden mit stickstoffhaltigen Materialien gedüngt wurde. Im Heu sind nicht unbeträchtliche Mengen von stickstoffhaltigen Proteinstoffen vorhanden, diese werden von den Tieren gefressen, der Stickstoff wird in Form von Dünger zum Teil auf die Felder gebracht, aber zur Wiese kehrt hiervon nichts zurück. Die Wiesenpflanzen müssen demnach eine anscheinend unversiegbare Quelle für Stickstoff haben. Lawes und Gilbert bauten in England länger als 40 Jahre ununterbrochen Weizen, ohne das Feld mit stickstoffhaltigen Materialien zu düngen, und ernteten zuletzt noch 10 Doppelzentner Körner von der Fläche eines Hektars. Jul. Kühn[5]) in Halle baute 21 Jahre lang ununterbrochen Winterroggen ohne irgend welche Düngung an und erntete im 21. Jahre 17,5 Doppelzentner Körner und 37,3 Doppelzentner Stroh von einem Hektar. Der zur Körner- und zur Strohbildung nötige Stickstoff kann nur durch die Atmosphäre aufgenommen und durch die Bakterien für die Pflanzen nutzbar gemacht sein.

Worauf beruht, so fragen wir weiter, die Wirkung der Brache? Unsere Vorfahren sagten, der Boden ist durch den Anbau von Feldfrüchten ermüdet, er muß sich ausruhen und neue Kräfte für die nachfolgenden Ernten sammeln. Diese Anschauung kann nach Maßgabe der heutigen naturwissenschaftlichen Kenntnisse unmöglich richtig sein.

Etwas mehr Berechtigung hat die später geäußerte Meinung. Es hieß: Während der Brache verwittern gewisse Mineralien des Bodens, diese werden leichter löslich, und wenn keine Entnahme derselben durch die Kulturpflanzen stattfindet, dann steht der Nachfrucht eine größere Menge von solchen Substanzen als Nahrung zur Verfügung.

Wir befinden uns jetzt im Zeitalter der bakteriologischen Forschungen und sagen: Die Verwitterung der Mineralien ist nicht ohne Einfluß auf den Frucht-

barkeitszustand des Feldes, die Hauptwirkung der Brache besteht aber darin, daß während derselben gewisse Bakterien reichliche Mengen von Stickstoff aus der Luft heranholen und daraus solche Stickstoffverbindungen bilden, die von den nachfolgenden Kulturpflanzen verwertet werden können.

Unter den zahllosen Arten von Bakterien, die in der Ackererde leben, hat man lange Zeit nach jenen gesucht, welche mit der Verarbeitung des Stickstoffs in diesem Sinne sich beschäftigen.[6]) Eine nähere Aufklärung verdanken wir den Arbeiten von Beijerinck,[7]) welcher die Methoden zur Reinzucht der betreffenden Bakterien zuerst angab, nnd ging es hier wie mit dem Ei des Kolumbus; man muß erstaunt sein, daß die von ihm Azotobakter genannte Bakterienart, die überall im Boden zu finden ist, nicht schon früher aufgefunden wurde.[8])

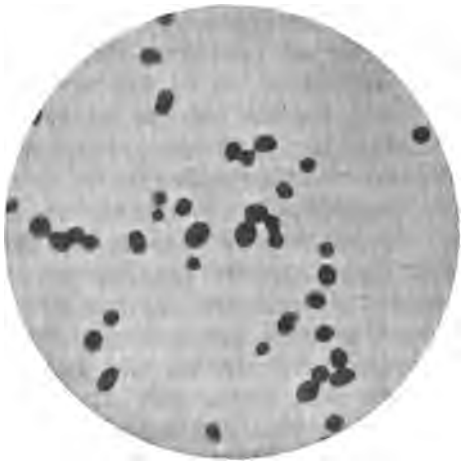

Fig. 12. Azotobakter.

Diese Entdeckung ist neu, die Agrikultur-Bakteriologen werden noch längere Zeit mit dem Studium jener interessanten Lebewesen beschäftigt sein, wahrscheinlich wird man auch noch andere Arten auffinden, die ebenfalls die Fähigkeit haben, den freien Stickstoff der Atmosphäre in Stickstoff-„Verbindungen" überzuführen. Wenn auch, mit Rücksicht auf unsere kurze Bekanntschaft mit dem Azotobakter, wir noch keine erschöpfende Kenntnis von den Lebensgewohnheiten desselben gewonnen haben, so ist es doch heute schon möglich, einiges darüber mitzuteilen. Ich tue dies auf die Gefahr hin, daß diese oder jene Angabe bei weiterer Prüfung vielleicht nicht als vollkommen richtig sich erweisen sollte.

Die bisherigen Beobachtungen haben folgendes ergeben: Die „Stickstoffsammler", wie ich diese Gruppe von Organismen nennen werde (trotzdem die Leguminosenbakterien auch zu solchen „Sammlern" gehören), wollen essen, trinken, atmen. Ihre Nahrung besteht teils aus organischen, teils aus unorganischen Materialien. Sie sind nicht in der Lage, die organische Nahrung selbst herstellen zu können und, in ähnlicher Weise wie die Salpeterbakterien, die Kohlensäure als kohlenstoffhaltiges Material zu verwenden, sondern sie müssen bereits fertig gebildete, stickstofffreie Substanzen vorfinden, die ehemals in der belichteten grünen Pflanzenzelle erzeugt wurden. Die Stickstoffsammler zeigen in dieser Hinsicht demnach dasselbe Verhalten wie alle übrigen Bakterien, ausgenommen die Salpeterbildner.

Es ist naheliegend, daß sie zunächst Pflanzenreste verzehren, die im Boden enthalten sind und von Stoppeln, Unkraut und dergl. herrühren.

Im Acker nehmen die Bodenbakterien auch die Bestandteile von Algen und überhaupt von solchen niederen Pflanzen auf, welche die Fähigkeit besitzen, in gleicher Weise wie höhere Pflanzen aus der Kohlensäure der Luft und aus dem Sonnenlichte Kohlehydrate zu bilden. Unter Umständen ist die Tätigkeit der Algen gerade bei der Einleitung der Brache sehr wichtig, um Nahrung für die Stickstoffsammler zu erzeugen. Köster empfiehlt mit vollem Recht, im Frühjahr, wenn der Boden abgetrocknet ist, oder im Herbste, nach der Ernte, eine ganz geringe Menge von Ammoniak-Superphosphat auf die rauhe Furche auszustreuen, ohne diesen Dünger einzueggen. „Bald beginnt", sagt Köster,[9]) „bei guter Witterung die Oberfläche des in rauher Furche liegenden Bodens durch die Bildung von Algen grün zu werden, und kann man nun mit Vertrauen an die Brachearbeiten herangehen." Die Algen entwickeln sich besser, wenn ihnen Phosphorsäure und Stickstoff zur Verfügung stehen, sie können dann eine größere Menge von Nahrung für die Bakterien erzeugen.

Früher hat man vermutet, daß die Algen, welche auf dem Boden wachsen, den Stickstoff der Luft einfangen. Dies ist nicht richtig.[10]) Die Algen sind die Lieferanten von Nahrungsstoffen für Bakterien, insbesondere auch für solche, welche den Stickstoff der Luft verarbeiten.

Die den Algen in mancher Beziehung nahestehende Gruppe der Cyanophyceen scheint nach den Untersuchungen von Beijerinck[11]) die Fähigkeit zu haben, sowohl Kohlensäure wie auch freien Stickstoff zu verarbeiten. Ob diese niederen Organismen größere Mengen von Stickstoff aufnehmen, ist nicht festgestellt. Als ein Reisender die Insel Krakatau besuchte, nachdem diese drei Jahre zuvor durch einen Vulkan vollständig zerstört war, fand er auf der Oberfläche der vulkanischen Asche eine dünne Schicht von Cyanophyceen, deren Keime durch den Wind von anderen Teilen der Erde nach dort übertragen sein dürften. Diese Beobachtung ist insofern interessant, als die Cyanophyceen nun vielleicht den ersten Anlaß zur neuen Entstehung des organischen Lebens auf jener Insel geben werden, indem sie Kohlehydrate, Protein und andere Nährstoffe für höher stehende Organismen als Nahrung bereiten und andere Lebewesen somit existenzfähig machen. Aus gleichem Grunde können diese kleinen Gebilde in einer Entwickelungsperiode der Erde vielleicht tätig gewesen sein, in welcher höhere Pflanzen und Tiere noch nicht existierten.

Ich hatte vorhin von den auf dem Felde wachsenden Algen gesprochen.

Verzehren die Stickstoffsammler Pflanzenreste oder Erzeugnisse der Algen, so nehmen sie gleichzeitig auch stickstoffhaltige Substanzen auf. Sie sind keineswegs unempfänglich für diese Nahrung. Vermutlich verarbeiten diese Organismen den Bestandteil der Luft erst dann, wenn ihnen anderer Stickstoff in genügender Menge nicht zur Verfügung steht. Die Verwertung des freien, luftförmigen Nahrungsstoffs ist voraussichtlich mit einem gewissen Aufwand von Arbeit und Kraft verbunden, und werden sie sich vielleicht erst dann hierzu entschließen, wenn das Gefühl des Hungers nach Stickstoff sich einstellt. Aus den bisherigen Unter-

suchungen wissen wir, daß die Verarbeitung des atmosphärischen Stickstoffs in reichlicherer Menge geschieht, wenn die Bakterien mit Kohlehydraten, überhaupt mit stickstofffreien Nährstoffen hinreichend sich sättigen können.

Bei der Ernährung der Organismen haben wir ferner die Mineralstoffe zu berücksichtigen. Die Aufnahme genügender Mengen von Kali und Phosphorsäure ist für diese kleinen Lebewesen unbedingt nötig. Auch das Vorhandensein von Kalk kann wünschenswert sein, um die schädigende Wirkung von etwa vorhandenen Säuren fern zu halten. Ob noch andere Mineralstoffe unbedingt für das Wachstum jener Lebewesen nötig sind, steht nicht fest, und ist dies in praktischer Hinsicht auch ohne Belang, weil die sonstigen Mineralstoffe in jeder Ackererde in genügender Menge sich vorfinden.

Mit dem Trinkbedürfnis der Stickstoffsammler wollen wir uns nicht näher beschäftigen, es ist selbstverständlich, daß ein gewisser Feuchtigkeitsgehalt für das Dasein aller Lebewesen erforderlich ist.

Dann wäre noch die Atmung zu berücksichtigen. Die Bakterien atmen im Boden eine Luft ein, die prozentisch nicht die gleiche Zusammensetzung hat, wie die Luft oberhalb des Erdbodens. — In früheren Abschnitten dieses Buches habe ich angegeben, daß die Ackererde von einer außerordentlich großen Zahl kleiner Lebewesen bevölkert ist. Diese verbrauchen bei der Atmung nur den einen Bestandteil der Luft, den Sauerstoff, und scheiden Kohlensäure aus. Bei der Fortnahme von Sauerstoff aus der in den engen Kapillaren des Bodens enthaltenen Luft wird selbstverständlich die Zusammensetzung derselben eine andere, es ist nun eine größere Menge von dem anderen Bestandteil, vom Stickstoff, vorhanden.

Es scheint — die diesbezüglichen Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen —, daß eine solche Bodenluft für die Stickstoffsammler besonders zuträglich ist. Kultiviert man sie auf künstlichen Nährböden, bei unbeschränktem Zutritt der uns umgebenden Luft, dann findet eine Anpassung an die neuen Verhältnisse, an die größeren Mengen von Sauerstoff statt. Die Organismen werden faul, sie wollen nicht mehr arbeiten und verlieren allmählich die Eigenschaft, den Stickstoff einzufangen und ihn zu verarbeiten.

Vielleicht hängt hiermit die Erfahrung zusammen, daß man bei der Brache den Boden zwar durchlüften, aber nicht gar zu viel bewegen soll; man muß ihn nach der mechanischen Bearbeitung jedesmal eine gewisse Zeit lang ruhen lassen. Wird der Boden zu oft durchgearbeitet, dann werden die Bakterien mit einer an Sauerstoff reicheren Luft in Berührung kommen und nicht so viel Stickstoff einfangen können, als wenn die Bodenluft, welche sie einatmen, ärmer an Sauerstoff ist.

Es ist ferner noch zu berücksichtigen, daß die bisher bekannten Stickstoffsammler gegen das Vorhandensein von Säuren empfindlich sind. Man kann die Säure durch Zugabe von Kalk beseitigen. Ob alle in der Natur vorkommenden Stickstoffsammler eine gleiche Empfindlichkeit gegen Säuren zeigen, will ich nicht behaupten. Ohne Zweifel werden auch auf sauren Wiesen, auf

denen allerlei Sauergräser wachsen, Stickstoffsammler zu finden sein. Ob diese den dortigen Verhältnissen sich angepaßt haben, oder ob es sich um ganz andere Arten handelt, weiß man bisher nicht.

Im allgemeinen genommen sind die Erfahrungen mit dieser Gruppe von Bakterien noch mangelhaft, man kennt sie erst seit kurzer Zeit und besteht eine dankbare Aufgabe der nächsten Zukunft darin, die Eigenschaften derselben genau zu erforschen.

Wenn wir bei einem intensiven Betriebe der Landwirtschaft in Zukunft wohl niemals auf den Ankauf von stickstoffhaltigen Handelsdüngern vollständig werden verzichten können, so dürfen wir doch die Hoffnung hegen, daß wir durch die Ausnutzung der Tätigkeit von „Stickstoffsammlern" manchen Zentner von Handelsdünger werden sparen können.

B. Die Tätigkeit der Bakterien nach vorheriger Düngung mit Stallmist.

In den letzten Abschnitten haben wir gelesen, daß der Ackerboden keine tote Masse ist. In jedem kleinsten Teilchen desselben leben zahlreiche Bakterien, die dort essen, trinken, atmen, zum Teil um ihr Dasein kämpfen, während andere friedlich miteinander auskommen oder durch Arbeitsteilung Stoffe erzeugen, die für die Landwirtschaft von hohem Werte sind.

Lassen wir ein Feld mit Stallmist düngen, so übertragen wir nicht nur neue Bakterien dorthin, sondern gleichzeitig bringen wir auch reichliche Nahrung für dieselben; es wird dann in jeder Hinsicht die Tätigkeit und die Arbeit, aber auch der Kampf der Organismen untereinander ein gesteigerter sein. Im wesentlichen vollziehen sich bei Gegenwart von Stalldünger die gleichen Umsetzungen im Boden, wie wir sie vorhin bereits schilderten, nur geschieht dies jetzt in viel stärkerem Grade. So ist beispielsweise die Oxydation der durch den Stalldünger in den Boden gebrachten organischen Stoffe eine lebhafte, die Gärprodukte werden in größerer Menge gebildet, die Gare des Bodens befördert. Gerade wegen dieses zuletzt erwähnten Umstandes ist die Düngung mit Stallmist von hoher Bedeutung.

Gleichzeitig dient der Stalldünger auch zur Ernährung derjenigen Stickstoffsammler, welche ohne die Beihilfe von Leguminosenpflanzen den Stickstoff der Luft verarbeiten. Zwar werden diese Bakterien zunächst die ihnen im Stalldünger dargebotenen Stickstoffverbindungen verzehren. Deren Menge ist gering. Sie empfinden bald Hunger nach Stickstoff und können, bei reichlicher sonstiger Ernährung, diesen Bestandteil nun aus der Luft in größerer Menge aufnehmen.

Betrachten wir ferner die Bildung von Ammoniak aus den stickstoffhaltigen Bestandteilen des Düngers. Der Erdboden enthält zahlreiche Bakterien, welche befähigt sind, Ammoniak zu erzeugen. Diese finden nach der Düngung mit Stallmist einen gedeckten Tisch.

Überhaupt gehen die gesamten Erscheinungen der Zersetzung des Stalldüngers beim Lagern in der Ackererde — vorausgesetzt, daß die Bodenbeschaffen-

heit, die Wärme und andere Einflüsse nicht ungünstige sind — schneller vor sich als an der bisherigen Lagerstätte des Düngers. Zum Teil kommt hierbei der Umstand mit in Betracht, daß beim Lagern des Düngers auf dem Hofe oder im Tiefstalle eine große Menge von Stoffwechselprodukten dieser kleinen Lebewesen zur Ausscheidung und zur Ansammlung kommen, welche die weitere Entwickelung und die Tätigkeit der Bakterien in bald schwächerem, bald stärkerem Grade ungünstig beeinflussen. Manche von den Stoffwechselprodukten machen durch den Geruch sich bemerkbar, z. B. das kohlensaure und das buttersaure Ammoniak, der Schwefelwasserstoff und dergl.

Die Bakterien müssen in dieser Umgebung essen und atmen, und läßt sich experimentell nachweisen, daß manche Bakterienarten unter einer zu starken Anhäufung von Stoffwechselprodukten leiden. Im Erdboden findet dies nicht statt, die erzeugten Produkte werden von dem umliegenden Erdreich aufgesogen und fallen hier einer weiteren Zersetzung anheim.

Vorhin haben wir mit der Bildung von Salpeter aus Ammoniak uns beschäftigt. Diese Umsetzung wird allmählich eingeleitet, sie ist keine schnelle. Die Bakterien gebrauchen hierbei Sauerstoff. Der in die Ackerkrume eindringende Sauerstoff wird zunächst von denjenigen Lebewesen in Beschlag genommen, welche die stickstofffreien Bestandteile des Düngers zersetzen, den darin enthaltenen Kohlenstoff in Kohlensäure überführen, und die Salpeterbakterien müssen geduldig warten, bis es ihren Kollegen von der Gruppe der Kohle-Oxydierer gefällt, den ersteren den nötigen Sauerstoff zu überlassen. Dies ist ohne Zweifel eine weise Einrichtung. Wir haben zu berücksichtigen, daß die Salpeterbildner mächtige Feinde haben, die bestrebt sind, die Beute ihnen fortzunehmen. Die Feinde sind die sogenannten Salpeterzerstörer, welche auf Seite 13 bereits erwähnt wurden. Diese vernichten den Salpeter, indem sie Sauerstoff fortnehmen und den bisher gebundenen Stickstoff in Freiheit setzen.

Die Zertrümmerung des Salpeters macht ihnen Mühe, sie müssen ein nicht unerhebliches Maß von Kraft dabei aufwenden. Die Kraft entnehmen sie den Kohlehydraten der strohigen Bestandteile des Stalldüngers oder anderen Pflanzenresten, die sie im Boden vorfinden. Beim Verzehr dieser Pflanzenstoffe wird chemische Spannkraft frei, indem gleichzeitig der hinzutretende Sauerstoff mit dem Kohlenstoff zu Kohlensäure chemisch sich verbindet. Die Salpeterzerstörer verhalten sich in dieser Beziehung genau so, wie andere Bakterien bei deren Einwirkung auf die organischen, leicht zersetzbaren Substanzen.

Ist die Oxydation der Kohlenstoffverbindungen beim Lagern des Stalldüngers im Boden bis zu einem gewissen Grade fortgeschritten, so sind die leichter verdaulichen Anteile der stickstofffreien Bestandteile von den Bakterien verzehrt, der Dünger erhält eine dunklere Farbe, er ist nun prozentisch reicher an Kohlenstoff (siehe Seite 4), die Humusbildung wird eingeleitet. Der noch vorhandene Rest der Nahrung ist schwerer verdaulich, die Zersetzung verläuft jetzt langsamer, die Erzeugung von Kohlensäure ist beschränkt und gleichzeitig dementsprechend auch die Aufnahme von Sauerstoff eine geringere. Jetzt sind die

Kohle-Oxydierer so gütig, den Salpeterbildnern Sauerstoff zu überlassen, die Erzeugung von Salpeter beginnt. Von den Salpeterzerstörern haben die Salpeter-Bildner nun nichts mehr zu fürchten. Deren Feinde sind zwar noch da, aber sie sind machtlos, weil ihr Vorrat an Nahrung, aus der sie die Kraft zur Vernichtung des Salpeters schöpfen müssen, nahezu verbraucht ist.

Die Salpeterbildner nehmen ebenfalls Nahrung auf. Aber diese haben ganz andere Bezugsquellen für die Nahrung, sie sind nicht imstande, „organische" Stoffe zu verzehren, sondern sie gebrauchen den Kohlenstoff aus der Kohlensäure, einem Ausscheidungsprodukte der anderen Organismen.

Wir sehen, daß der Schöpfer in dieser Hinsicht sehr weise Einrichtungen getroffen hat, um die für die Landwirtschaft wichtigen Salpeterbildner bei ihrer Arbeit zu schützen und zu hindern, daß die Erzeugnisse der Arbeit von feindlicher Seite nicht sofort wieder vernichtet werden. Es ist erstaunlich, welche Ordnung in dem Staate der Bakterien herrscht. Trotz des ewigen Kampfes ums Dasein beobachten wir eine geregelte Arbeit, eine weitgehende Arbeitsteilung.

Wurde ein Feld mit Stallmist gedüngt, so ist es von großer Wichtigkeit, daß die Zersetzung des Düngers unter dem Einflusse der Bakterien und der Luft in richtiger Weise verläuft, um den höchsten Nutzen von der Düngung zu erzielen. Solange, als die hierbei sich abspielenden bakteriologischen Vorgänge nicht aufgeklärt waren, sind große Fehler begangen. Man gewährte der Luft zu reichlichen Zutritt zum Stalldünger, während dieser auf dem Hofe oder auf der Oberfläche des Ackerfeldes lag, und andererseits beschränkte man das Eindringen der Luft zu dem im Boden lagernden Dünger mehr, als wünschenswert ist.

Dies ist falsch. Es wird auch heute noch oft der Fehler gemacht, daß man den Dünger zu lange auf der Oberfläche des Feldes liegen läßt. Beabsichtigt man nicht beim Liegenlassen desselben während des Winters einen Schutz junger Saaten durch das Bedecken zu erreichen, so ist das längere Lagern auf der Oberfläche des Feldes im allgemeinen nicht wünschenswert.

An der Luft werden die leichter zersetzbaren Anteile der organischen Substanzen durch Luftbakterien vernichtet, unter Bildung von flüchtiger Kohlensäure, die der Wind fortführt. Die Bodenbakterien erhalten nach dem spät vorgenommenen Unterpflügen des Düngers eine schwer verdauliche Nahrung vorgesetzt, mit der sie nicht viel anfangen können und die sie erst allmählich verwerten. Außerdem sind unter solchen Umständen die Verluste an stickstoffhaltigen Bestandteilen nicht unerhebliche. Durch das Austrocknen des Stalldüngers und durch die Einwirkung des Sonnenlichtes findet eine Schwächung der Bakterien in ihrer Lebensenergie statt, kurzum, das lange Lagern des Düngers an der Oberfläche des Feldes ist im allgemeinen nicht richtig.

Für die Ernährung der Bodenbakterien ist das baldige Unterpflügen des gebreiteten Düngers sehr erwünscht. Das Breiten geschehe sofort hinter dem Wagen.

Über die Tätigkeit der Bakterien im Boden liegen die Erfahrungen erst weniger Jahre vor. Die durch die Bakterien bewirkten Umsetzungen und Ver-

änderungen sind recht mannigfaltige, und ist es für die Landwirtschaft von höchstem Interesse, die Lebenseigenschaften dieser kleinen Freunde der Landwirtschaft näher zu erforschen, sie bei ihrer Arbeit zu belauschen. Ist dies geschehen, so müssen wir dahin streben, den guten, den nützlichen Bakterien das Leben so angenehm wie nur möglich zu machen, damit sie die Arbeiten im Interesse des Landwirts mit Lust und mit Liebe ausführen.

Die Bakterienkunde wird dereinst berufen sein, dem Landwirte eine wichtige Waffe im Kampfe ums Dasein in die Hand zu geben. Die Zukunft der Landwirtschaft hängt zum Teil von ihrer wissenschaftlichen Entwickelung ab und von der Übertragbarkeit wissenschaftlicher Probleme ins praktische Leben. Nach allen Anzeichen ist gerade die Bakterienkunde geeignet, einen wichtigen Faktor bei der weiteren Entwickelung der Landwirtschaftswissenschaft zu bilden.

III. Abschnitt.

Die Erzeugung und die Behandlung des Stalldüngers.

1. Allgemeines über die Erzeugung des Stalldüngers und dessen Bestandteile.

Die Ausscheidungen der landwirtschaftlichen Nutztiere sind seit den ältesten Zeiten zur Düngung des Bodens verwendet. Ursprünglich lebten die Menschen von den Erträgen der Jagd und den Erzeugnissen wildwachsender Pflanzen, sie waren später durch Nahrungssorgen gezwungen, Viehzucht zu treiben, und dann erst entschlossen sie sich, seßhaft zu werden und den Acker zu bebauen.

Die Nomadenvölker werden beim Weidegang der Tiere durch die natürliche Düngung mit Exkrementen eine Wirkung der Ausscheidungen auf das Wachstum der Pflanzen beobachtet haben, namentlich an den Lagerstätten der Tiere. Vermutlich wird man beim Übergang zum Ackerbau begonnen haben, den Dünger zu verteilen, und ist man dann allmählich zu einfachen Düngungsmethoden übergegangen.

Die ältesten Schriftsteller erwähnen den Stalldünger, so beispielsweise Homer in der Odyssee. Augias hatte mehrere tausend Rinder in Ställen, der Stallmist häufte sich in immer größer werdenden Massen an, und war es der Sage nach, die Aufgabe des Herkules, den Stall zu reinigen. Herkules entledigte sich dieser Aufgabe dadurch, daß er Flüsse durch den Stall leitete und den Dünger fortschwemmte.

Von Xenophon werden Ratschläge gegeben, um den Stalldünger durch Vermischen mit vegetabilischen Stoffen zu vermehren. In den hellenischen Gesetzen ist der Diebstahl des Düngers mit schweren Strafen bedroht, und auch bei den alten Römern war die Düngerwirtschaft recht gut ausgebildet.

Theophrast schrieb mehrere Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung über die Düngung der Pflanzen, desgleichen wurde die Düngung erwähnt von Plinius, Vergil, Columella und anderen Schriftstellern. Überall wo der Ackerbau zur Blüte gelangte, wurde von den alten Völkern Stalldünger angewendet.

In anderer Weise geschah die Ansammlung und die Anwendung des Düngers in den Kulturländern des Ostens, in China und Japan. Dort ist die Viehhaltung eine schwache, und legte man um so mehr Wert auf die sorgfältige Sammlung menschlicher Exkremente.

Leider müssen wir gestehen, daß wir in Europa bezüglich der Sammlung und der Aufbewahrung des Stalldüngers in vielen Gegenden noch auf demselben Standpunkte stehen, wie vor ungefähr 2000 Jahren. Die Landwirte, welche den Stalldünger gut und den neueren Forschungen der Wissenschaft gemäß behandeln, kann man zählen. Es wird eine erstaunliche Verschwendung mit dem National-

vermögen durch die unrichtige Behandlung des Stalldüngers getrieben. Alle Vorschläge seitens der landwirtschaftlichen Behörden, der Vereine, der Versuchsstationen, der Wanderlehrer und dergl. sind fruchtlos geblieben. Der Nutzen, welchen die Prämiierungen mustergültiger Düngerstätten gewähren, ist recht gering zu veranschlagen. Hier und da hat man auch durch polizeiliche Maßregeln die Verunreinigung der Straßen durch Jauche und dergl. einzuschränken versucht, aber im großen und ganzen ist es so geblieben, wie früher.

Eine Besserung ist erst dann zu erhoffen, wenn die Landwirte, wenn die große Masse der ackerbautreibenden Bevölkerung mehr als bisher es gelernt haben wird, naturwissenschaftlich zu denken und kaufmännisch zu rechnen.

Es gibt gewisse Merkmale, durch welche jemand, der Menschenkenntnisse sammelte, die Erziehungsweise, den Charakter eines Menschen leicht erkennen kann. Das Verhalten des Menschen beim Essen, beim Sprechen, in der Kleidung gibt solche Anhaltspunkte. Wir können auch durch Kleinigkeiten den ordentlichen Betrieb eines Haushaltes sehr oft schnell und richtig beurteilen. Sehr häufig genügt ein Blick in die Küche, ein zweiter nach dem Abort des Hauses.

Ein Spiegelbild für den ganzen landwirtschaftlichen Betrieb ist die Beschaffenheit der Düngerstätte.

Solange als der Landwirt nicht einen Stolz darein setzt, daß die Düngerstätte tadellos beschaffen ist und den Glanzpunkt des Hofes bildet, ist die ganze Wirtschaft keine mustergültige und mit vielen Mängeln behaftet. Recht oft kann man die Beobachtung machen, daß nur dort, wo die Beschaffenheit der Düngerstätte gut ist, auch die Fütterung des Viehes und die Bestellung des Ackers in richtiger Weise geschieht.

Möchten doch alle Leser beherzigen, daß die Beschaffenheit der Dungstätte einen zutreffenden Maßstab für den gesamten landwirtschaftlichen Betrieb bildet.

2. Die Menge des erzeugten Düngers.

In früherer Zeit hat man viel Zeit und Mühe darauf verwendet, um durch Rechnung zu finden, wie groß die Produktion an Stallmist bei den einzelnen landwirtschaftlichen Nutztieren ist. Am genauesten kann dies geschehen, wenn wir die verzehrte Trockensubstanz des Futters den Berechnungen zu Grunde legen, unter Berücksichtigung der Verdaulichkeit des Futters. Ich möchte hierauf nicht näher eingehen, da solche Berechnungen einen nur sehr geringen praktischen Nutzen haben.

Beim Rindvieh werden aus einem Teile der verzehrten Trockensubstanz des Futters ungefähr 3 Teile frischen Mistes gebildet. Beträgt bei normaler Ernährung und bei Anwendung von 3 kg Strohstreu für ein Tier von 5 Doppelzentner, also von 1000 Pfund Lebendgewicht die verzehrte Trockensubstanz 12,5 kg, so ist die Menge des erzeugten frischen Düngers ungefähr 40 kg oder im vergorenen Zustande, nach 3—4 monatlicher Lagerung 30 kg.

Die Pferde erzeugen ungefähr das $2^1/_2$fache der verzehrten Trockensubstanz an Mist. Da nun aber das Arbeitspferd außerhalb des Stalles erhebliche

Mengen von Exkrementen verliert, wird man das Quantum des im Stalle verbleibenden Düngers bei einem Arbeitspferde von 5 Doppelzentner Lebendgewicht vielleicht zu rund 10 kg im frischen und zu $7^1/_2$ kg im vergorenen Zustande annehmen können.

Für Schafmist sind die Berechnungen noch weniger zutreffend, da es darauf ankommt, wie lange Zeit die Schafe im Stalle verbleiben. Bleiben die Schafe im Stalle, so erzeugen sie, auf ein Lebendgewicht von 45 kg berechnet, bei der üblichen Einstreu täglich annähernd $2^1/_2$ kg frischen Mistes.

Das Schwein erzeugt, nach älteren Ermittelungen von Heiden, bis zu einem Alter von einem Jahre ungefähr 18 Doppelzentner Stallmist. Selbstverständlich sind diese Zahlen sehr schwankend, je nachdem man die Schweine reinlicher hält oder nicht. Bei reichlicher Strohstreu dürfte die Jahresproduktion an Stallmist auf 20, vielleicht auch auf 25 Doppelzentner frischen Mistes geschätzt werden dürfen. Hiervon würden ungefähr 7 Doppelzentner bei der Lagerung auf der Düngerstätte vergären und in Verlust geraten.

3. Der Gehalt des Düngers an wichtigen Pflanzen-Nährstoffen.

Wir haben bereits auf Seite 2 einige Angaben über die Bestandteile des Stalldüngers gemacht, müssen diese aber noch ergänzen.

Die Qualität des Düngers ist selbstverständlich von verschiedenen Umständen abhängig: von der Art und der Verdaulichkeit des Futters, von der Art der Tiere, welche das Futter verzehren, und von deren Leistungsfähigkeit. Die Milchkuh sondert mit der Milch eine gewisse Menge von Stickstoff, von Phosphorsäure und von Kali, also von Substanzen ab, die bei der Fütterung von Mast- und Arbeitsochsen in den Dünger übergehen. Demgemäß ist bei gleicher Fütterung der Dünger der Kuh weniger gehaltreich an düngenden Bestandteilen, wie derjenige der Ochsen. Ferner ist der vom Jungvieh erzeugte Dünger dadurch geringwertiger, daß dieses eine nicht unerhebliche Menge von Stickstoff in Form von Muskelfleisch und von Phosphorsäure in Form von Knochen ablagert, welche Bestandteile, aus dem Futter herrührend, nicht in den Dünger übergehen, sondern im Körper des Jungviehes verbleiben.

Der Einfluß der Tierarten.

Der frische, nicht vergorene Stalldünger enthält durchschnittlich in 1000 Teilen:

Mist von:	Wasser	organ. Stoffe	Stickstoff	Phosphorsäure	Kali	Kalk
Milchkühen	775	200	4,2	2,5	5,0	4,5
Pferd	713	254	5,8	2,8	5,3	2,5
Schaf	646	318	8,3	2,3	6,7	3,3
Schwein	724	250	4,5	1,9	6,0	0,8
Gemischter Stalldünger:						
frisch	750	210	4,5	3,0	6,0	5,0
vergoren	770	170	5,4	3,5	6,5	7,0

Von besonderer Wichtigkeit ist der Gehalt des Düngers an Stickstoff. Nach älteren Untersuchungen von Emil Wolff werden von je 100 Teilen des im Futter verzehrten Stickstoffs durchschnittlich durch den Kot und Harn ausgeschieden:

	Kuh	Ochs	Hammel	Pferd
im Kot . .	47,5	33,9	46,7	32,4
„ Harn . .	31,0	54,8	42,3	60,7
	78,5	88,7	89,0	93,1

Der im Kot enthaltene Stickstoff hat einen wesentlich geringeren Düngewert, wie der Stickstoff des Harns, auch ist die Menge dieses wertgebenden Bestandteils bei den einzelnen Tierarten sehr ungleich. Es sind enthalten in einem Liter frischen Harns vom

Schaf . . . ungefähr 20 g Stickstoff.
Pferd . . . „ 15 „ „
Rindvieh . . „ 10 „ „
Schwein . . „ 5 „ „

Die Menge des im Laufe von 24 Stunden ausgeschiedenen Harns ist sehr verschieden, je nach der Fütterung, des Tränkwassers, der Temperatur der Luft u. s. w. Die mittlere Menge kann man annehmen[12]) beim

Rindvieh . . . . . zu 7 bis 9 kg,
Schwein . . . . . „ 3 „ 4 „
Pferd . . . . . „ 9 „ 12 „
Schaf . . . . . „ 1 kg.

Die sehr hohe Zahl beim Pferde ist dadurch bedingt, daß das Pferd einen trocknen Kot hat, während das Schwein und das Rind eine große Menge von Wasser durch den Kot aussondert.

Hiernach ist es erklärlich, daß der von verschiedenen landwirtschaftlichen Nutztieren erzeugte Stalldünger einen ungleichen Gehalt an löslichem, an schnell wirksamem Stickstoff hat. Die landläufigen Begriffe des „hitzigen" Mistes der Pferde und der Schafe, des „kälteren" Düngers vom Rindvieh und des „ganz kalten" Schweinemistes sind zum Teil dadurch begründet, daß die beiden ersten Dungstoffe trockner sind, bei der durch Bakterien veranlaßten Erzeugung von Wärme (siehe Seite 6) demnach nicht so große Mengen von Wärme durch die Verdunstung des Wassers in Verlust geraten. Ferner kann die Luft in dem trockneren, lockerer lagernden Dünger besser eindringen und zur Erzielung höherer Temperaturen beitragen. Außerdem ist die „hitzige" Beschaffenheit aber auch dadurch veranlaßt, daß der Dünger der Pferde und der Schafe größere Mengen von Stickstoff enthält, welcher Bestandteil die Pflanzen zu einem schnellen Wachstum anregt. Werden große Mengen von frischem Pferde- oder Schafdünger verwendet, so pflegt man zu sagen: „Der Mist verbrennt die Pflanzen". Dies ist selten dadurch bedingt, daß aus den Stickstoffverbindungen so viel kohlensaures Ammoniak entsteht, daß durch dessen ätzende Eigenschaften die Wurzeln der Pflanzen beschädigt werden. Meist ist das „Verbrennen" auf einen ganz anderen Umstand zurückzuführen, nämlich darauf, daß der Stickstoff durch eine Oxydation

in Salpeter verwandelt und dieser (in Gegenwart der strohigen Bestandteile des Düngers) durch salpeterfressende Bakterien wieder vernichtet wird. Es fehlt in diesem Falle an aufnehmbarem Stickstoff, die Pflanzen leiden trotz reichlicher Düngung mit frischem Pferde- oder Schafmist an Hunger nach Stickstoff, sie entwickeln sich kümmerlich, es hat diese Erscheinung mit einem eigentlichen „Verbrennen" nichts zu tun.

Der Einfluß der Fütterung.

Auf die Beschaffenheit des Düngers, und insbesondere auf den Gehalt des vorzugsweise in Betracht kommenden Stickstoffs, übt selbstverständlich die Zusammensetzung der Futterration einen Einfluß aus. Enthält das Futter größere Mengen von Stickstoff, von Phosphorsäure, von Kali und dergl., so wird auch der nach der Fütterung erzeugte Stalldünger reicher an diesen Bestandteilen werden.

Düngen wir für Getreide mit Kalisalzen, so wird nicht nur die Menge der Ernteprodukte steigen, sondern es geht mit dem Stroh, welches wir füttern oder als Einstreu geben, eine größere Menge von Kali in den Stallmist über und eignet sich ein solcher Mist beispielsweise für die Düngung der Kartoffeln vortrefflich.

Geben wir im Futter viel von stickstoffhaltigem Protein, so ist der Dünger gehaltreicher an Stickstoff. In dieser Hinsicht seien die Ergebnisse einiger Versuche aus der Versuchswirtschaft zu Lauchstädt mitgeteilt.[13])

Es waren Mastochsen aufgestellt und erhielten diese im Futter auf 1000 kg Lebendgewicht berechnet teils 3 kg Protein, teils 2, 2,5 und 1,5 kg. Von den Ochsen standen 20 Stück in einem Tiefstall und erhielten diese als Einstreu für 1000 kg Lebendgewicht 16 kg Langhäcksel. Im gewöhnlichen Flachstall sind 14 Ochsen aufgestellt, und gab man diesen als Einstreu für je 1000 kg Lebendgewicht 14 kg Stroh und 2 kg Torf. Die Jauche wurde durch die Streu vollständig aufgesogen. Der Dünger aus dem Flachstall ist auf einer überdachten Düngerstätte aufbewahrt.

Versuchsreihe 1. Lagerung des Düngers 110 Tage (Sommer).

Im Futter gegeben	Im Dünger enthalten Stickstoff		Von 100 Teilen des Stickstoffs sind löslich
	gesamte Menge	löslich	
a) Aus dem Flachstall:			
2 kg Protein	0,482	0,093	19
3 „ „	0,502	0,108	21
b) Aus dem Tiefstall:			
2 kg Protein	0,711	0,189	26
3 „ „	0,810	0,202	25
Versuchsreihe 2. Lagerung 90 Tage (Winter).			
a) Aus dem Flachstall:			
1,5 kg Protein	0,505	0,080	16
2,5 „ „	0,561	0,152	27
b) Aus dem Tiefstall:			
1,5 kg Protein	0,627	0,154	24
2,5 „ „	0,743	0,281	37

Die Unterschiede sind beim Dünger aus dem Flachstall nicht erheblich, besonders bei dem im Sommer gelagerten Dünger. Es müssen beim Lagern auf dem Hofe große Verluste an Stickstoff entstanden sein. Dagegen traten große Verschiedenheiten beim Tiefstalldünger hervor, und zwar sowohl wenn wir die proteinreiche und die proteinarme Fütterung miteinander vergleichen, wie auch zwischen dem Flachstall- und Tiefstalldünger. Wir werden später darauf eingehen müssen, daß die beste Art der Aufbewahrung des Düngers im Tiefstall geschieht, und hatte hier unzweifelhaft die proteinreiche Fütterung die Beschaffenheit des Düngers recht günstig beeinflußt.

Der Einfluß der fortschreitenden Zersetzung des Düngers.

Auf Seite 4 habe ich näher angegeben, aus welchen Gründen der Stallmist beim Lagern auf dem Hofe „schwindet", aus einem großen Haufen ein kleiner wird. Sehr verschiedene Arten von Bakterien verzehren die strohigen Anteile der ehemaligen Einstreu. Aus diesen und aus den festen Bestandteilen des Kotes werden Kohlensäure, Kohlenwasserstoffe und andere flüchtige Produkte gebildet. Nur die mineralischen Substanzen bleiben unverändert. Waren ursprünglich in 100 Doppelzentner des frischen Mistes 30 kg Phosphorsäure vorhanden, so sind diese nach dreimonatlicher Lagerung in ungefähr 75 Doppelzentner des Düngers verteilt; es hat, prozentisch betrachtet, eine Anreicherung an nichtflüchtigen Stoffen stattgefunden, es kann hieraus jedoch nur zum Teil die bessere Wirkung eines vergorenen Düngers abgeleitet werden.

Viel wichtiger ist die Veränderung der organischen Bestandteile, also desjenigen Materials, welches der Vergärung unterliegt. Nur dann, wenn diese Gärung weiter vorgeschritten ist, kann der Stickstoff des Stalldüngers von den Pflanzen nutzbringend verwertet werden. Wir haben früher angegeben, in welcher Weise durch die Tätigkeit von Bakterien aus den organischen Verbindungen des Stickstoffs Ammoniak und aus diesem die den Pflanzen zuträglichste Stickstoffnahrung, Salpeter, entsteht. Die Bildung des Salpeters beruht auf einer Oxydation. Der dazu nötige Sauerstoff wird zunächst von denjenigen Bakterien in Beschlag genommen, welche die Kohlenstoff enthaltenden Materialien des Düngers in flüchtige Produkte verwandeln. Ist diese Gärung weiter vorgeschritten, dann können auch die Salpeterbildner einen Teil des Sauerstoffs für sich benutzen und Salpeter herstellen. Aber leider ist die Arbeit dieser Organismen keine ungestörte, solange als noch Feinde darauf lauern, ihnen die Beute wieder zu entreißen. Die Salpeterzerstörer (siehe Seite 39) vernichten den Salpeter, falls diese hinreichende Mengen von organischer Nahrung vorfinden, aus der sie die nötige Kraft zur Vollziehung der dabei zu leistenden Arbeit entnehmen können.

Je weiter die Gärung des Stalldüngers vorgeschritten ist, desto besser ist die Wirkung des darin enthaltenen Stickstoffs. Jedoch schreitet die Verbesserung nur bis zu einem gewissen Grade fort; ist der Dünger zu alt, ist er „speckig" und ganz dunkel geworden, dann hat durch zuweitgehende Zersetzungen eine Verschlechterung in der „Güte" des Stalldüngers stattgefunden. Ich werde später

näher anzugeben haben, zu welchem Zeitpunkte man den Dünger von der Düngerstätte am besten fortschaffen und verwenden soll.

Zur Erläuterung des soeben Gesagten seien die Ergebnisse einiger Versuche mitgeteilt. M. Märcker wollte wissen, wie die Wirkung des im Stalldünger enthaltenen Stickstoffs ist, wenn man diesen verschieden lange Zeit vor der Bestellung unterpflügt.[14]) Die Versuchspflanze war Hafer, das Vergleichsmaterial Salpeter. Bezeichnet man die Menge des Ernteertrages, welche nach der Düngung mit Stickstoff in Form von Salpeter erhalten wurde, durch die Zahl 100, so war durch eine gleiche Menge von Stickstoff in Form von Stalldünger folgende Menge an Ernteprodukten erzielt. Vor der Ausführung der Saat hatte der Mist im Boden gelagert:

	Wirkung:
6 Tage	1
35 bis 44 Tage	24
56 Tage	33
103 „	42

Wir ersehen hieraus, daß die fortschreitende Zersetzung des Düngers von wesentlichem Einfluß auf die Beschaffenheit desselben ist.

4. Die Erzeugung und die Behandlung des Düngers in einem gewöhnlichen Flachstalle.

Die weiteste Verbreitung haben die gewöhnlichen Flachställe, in denen das Rindvieh, die Schafe und die Pferde an den Krippen bezw. an den Raufen stehend beständig angebunden sind, ihren Platz freiwillig nicht wechseln können, und aus denen der Dünger von Zeit zu Zeit herausgeschafft wird.

Eine unerläßliche Bedingung bei der Anlage des Stalles besteht darin, daß der Boden, auf dem die Tiere stehen, völlig undurchlässig für Flüssigkeiten ist, weil sonst die besten Bestandteile der flüssigen Ausscheidungen der Tiere in den Untergrund sickern und dadurch verloren gehen. Das Ausstampfen des Bodens mit Erde oder mit Ton, welches man hier und da in kleineren landwirtschaftlichen Betrieben sieht, sollte nirgends in Anwendung kommen. Der Boden muß gepflastert und mit Zement verstrichen sein. Hat man harte Bruchsteine zur Verfügung, so genügt es, wenn die Spalten zwischen den Steinen mit Zement verputzt werden. Nimmt man Ziegelsteine, so verwende man nur hart gebrannte und bedecke die ganze Oberfläche der Steine mit Zement. Ziegelsteine müssen in Pferdeställen hochkantig gelegt werden, weil die Pferde flach liegende Steine leicht beschädigen würden.

5. Die verschiedenen Streumaterialien.

a) Strohstreu.

In den meisten Fällen wird man des Strohes sich bedienen, um den Tieren ein weiches, trocknes Lager zu bieten und die flüssigen und die festen Ausscheidungen der Tiere aufzusaugen. Die Mengen der täglichen Stroheinstreu betragen ungefähr:

	Für 1 Doppelzentner Lebendgewicht	Für 5 Doppelzentner (1000 Pfund Lebendgewicht)
Rindvieh	600—800 g	3—4 kg.
Pferd	400—600 „	2—3 „
Mastschweine	300 g	$1^1/_2$ „
Zuchtschweine	400 „	2 „
Schafe	500 „	$2^1/_2$ „

Selbstverständlich schwanken diese Zahlen, bei Überfluß von Stroh wird man größere Mengen davon verwenden. Hat man andererseits Mangel an Stroh, so ist es sehr zu empfehlen, das Stroh in Stücke von 20—30 cm Länge zu zerschneiden. Das geschnittene Stroh saugt eine größere Menge von Flüssigkeit auf, man spart an Einstreu, der Dünger wird gehaltreicher.

Der mit zerschnittenem Stroh hergestellte Dünger hat eine gleichmäßigere Beschaffenheit. Auf der Düngerstätte läßt sich ein solcher besser durcheinandermischen, er lagert dort fester und trocknet nicht leicht aus. Auf dem Felde können wir ihn besser verteilen und gleichmäßiger unterpflügen. Die gleichmäßige Verteilung des aus zerschnittenem Stroh hergestellten Stalldüngers im Boden ist sehr wichtig im Bezug auf dessen Wirkung. Die Egge, die Drillmaschine findet bei der Bearbeitung des Bodens, bei der Durchfurchung des Bodens geringere Widerstände. Kurzum, das Zerschneiden des Strohes ist sehr zu empfehlen.

b) Torfstreu.

In den Mooren der gemäßigten Zone aller Teile der Erde bildet sich Torf. Dies ist im wesentlichen ein Zersetzungsprodukt von verschiedenen Moosarten, namentlich von Spagnum, auch von Hypnum und von anderen Moosen. Die Moose werden, indem das im Moor vorhandene Wasser der atmosphärischen Luft einen sehr unvollkommenen Zutritt gewährt, zersetzt. Der obere Teil der Moose wächst oberhalb des Wassers weiter und bilden sich allmählich immer höher werdende Schichten, welche wie ein Badeschwamm das Wasser festhalten, es entsteht ein Hochmoor. Die Mächtigkeit der Moosschicht ist dort sehr verschieden, sie beträgt nicht selten 2—3 m. Neben den Moosen wachsen im Moor Wollgräser und andere Sumpfpflanzen: Erica, Calluna, Ledum palustre und sonstige hartstenglige Pflanzen. Durch das Ziehen tiefer Gräben sucht man den Grundwasserstand zu erniedrigen, die obere Schicht wird nun trockner und kann man später mit dem Abstechen des Torfes beginnen. Die abgestochenen Stücke werden an der Luft und schließlich unter Schutzdächern so weit getrocknet, daß sie mechanisch weiter verarbeitet werden können. Die anscheinend trockne Masse, welche indes noch immer 20—35 % Wasser enthält, wandert in die Torfstreufabriken, sie wird hier mit eigenen Instrumenten zerrissen, die harten Teile holziger Pflanzen abgesondert und die weiche Masse in Mengen von 1—$1^1/_2$ Doppelzentner in viereckige Pakete zusammengepreßt, und kommt das Material nun als „Torfstreu" in den Handel. Der beim Zerreißen abfallende Staub heißt „Torfmull" und wird dieser gesondert verpackt.

Die Torfstreu enthält vorwiegend organische, teilweise bereits in Humus übergegangene Stoffe mit nur geringem Gehalt an Mineralstoffen. Der Wassergehalt der Handelsware beträgt selten weniger als 25 %, und in nassen Jahren, wenn durch den Mangel an Sonnenwärme das Trocknen erschwert wurde, steigt der Gehalt an Feuchtigkeit auf 30, 35, auch wohl auf 40 %. Wünschenswert ist es, daß die Verkäufer einen 25 % nicht überschreitenden Wassergehalt garantieren, aber es läßt sich dies schwer durchführen, weil zum Trocknen des Torfes künstliche Wärme nicht angewendet werden kann und die Sonne nicht immer ihre Schuldigkeit tut.

Wer über entwässerte Hochmoorflächen verfügt, wird die Torfstreu selbst herstellen lassen. Im Winter wird die Hochmoorfläche gepflügt und im Frühjahr wiederholt geeggt. Die zerrissene Masse wird auf Haufen von ungefähr 2 m Höhe gesammelt und an einem vor Regen geschützten Orte vollständig getrocknet.

Ich führe zunächst die Ergebnisse von Analysen zweier Sorten von Torfstreu an (Handelsware):

	I.	II.
Organische Substanz . . .	76,34	66,13
(darin Stickstoff	0,52	0,39)
Mineralstoffe	1,53	1,89
Wasser	22,13	31,98

Der Stickstoff der Torfstreu ist wertlos, weil dieser nicht gelöst und nicht von den Wurzeln der Pflanzen in absehbarer Zeit verwertet wird.

Die organische Substanz enthält Humussäure. Der Säuregrad bei diesen beiden Sorten von Torf war ein solcher, daß beim Neutralisieren die Säure der ersten Sorte einer Menge von 0,41 % und der zweiten Sorte einer solchen von 0,37 % Schwefelsäure als gleichwertig sich erwies.

Die wertvollste Eigenschaft der Torfstreu besteht darin, daß die organische Substanz derselben die Fähigkeit hat, große Mengen von Wasser aufzusaugen und dieses festzuhalten. Die einzelnen Sorten von Torf verhalten sich zwar verschieden. War die Zersetzung bereits weiter vorgeschritten, stammte der Torf nicht von den obersten Schichten des Lagers, sondern war er aus den tieferen Schichten des Moores entnommen, dann ist die organische Substanz weiter zersetzt und der Gehalt an Mineralstoffen prozentisch ein höherer. Ein solcher Torf nähert sich in seinen Eigenschaften denjenigen eines Brenntorfes. Solcher hat ein schlechteres Aufsaugevermögen für Wasser. Eine gute Torfstreu soll die 7—9fache Menge ihres Gewichtes an wässrigen Flüssigkeiten aufsaugen können, während das Stroh im günstigsten Falle nur die 4fache Menge festhält.

Aus diesem Grunde ist die Torfstreu vortrefflich geeignet, um die Jauche in den Ställen vor dem Fortfließen zu hindern; die Torfstreu bietet außerdem den Tieren ein trocknes, weiches Lager. Ferner hat sie die Eigenschaft, riechende Gase im Stalle aufzunehmen und durch die Humussäure das Ammoniak weniger flüchtig zu machen, die Luft bleibt bei Anwendung von Torf in den Ställen reiner und gesunder. Hat der Landwirt eigene Torflager, so sollte er nicht versäumen, das getrocknete Material zur Durchschichtung des Düngers auf der

Düngerstätte oder im Stalle zur Füllung der Jaucherinnen zu verwenden, um Verluste an Jauche zu vermeiden.

Landwirte, die in der Nähe größerer Städte wohnen, haben nicht selten Gelegenheit, das Stroh zu guten Preisen verkaufen zu können, und werden in solchem Falle mit Vorteil dafür Torfstreu zur Verwendung in den Ställen kaufen.

Wir können die Torfstreu neben der Strohstreu verwenden, oder unter gewissen Umständen ist sogar der ausschließliche Gebrauch des Torfes als Einstreu in die Ställe empfehlenswert. Für den letzteren Fall gebe ich nachstehende Gebrauchsanweisung, welche ich einem älteren Jahrgange der „Braunschweigischen landw. Zeitung" entnehme.

a) Für Arbeitspferde. Auf dem ganzen Stande der Pferde wird ein 10 bis 15 cm starkes Lager gemacht. Die festen Exkremente, sowie diejenigen Streustücke, die ganz naß geworden sind, werden täglich entfernt und an frischer Torfstreu $1^1/_2$ bis 2 kg für jedes Pferd nachgestreut. Täglich wird das Lager gut durchgearbeitet, und zwar von vorn nach hinten und umgekehrt. Nach 3 bis 4 Wochen ist das ganze Lager zu erneuern. Auf diese Weise haben die Pferde immer ein weiches, elastisches, geruchfreies, reinliches und trocknes Lager, auf dem die Hufe die natürliche Tragfähigkeit behalten und auf das sie sich jederzeit gern legen. Sofern man nicht etwa des freundlichen Aussehens wegen das Lager mit Stroh bedeckt, müssen Pferde, die an Strohfressen gewöhnt sind, das erforderliche Stroh vorgelegt erhalten. Der Verbrauch beträgt bei dem bezeichneten Verfahren täglich für jedes Pferd ungefähr $2^1/_2$ kg Torfstreu.

b) Für Rindvieh muß mehr Torfstreu als bei Pferden genommen werden, besonders hinten. Man gibt täglich für jedes Großvieh 3 bis $3^1/_2$ kg Torfstreu. Der hintere Teil des Standes der Tiere wird täglich erneuert.

c) Für Schweine. Für jedes Schwein werden zunächst $2^1/_2$ kg Torfstreu gleichmäßig ausgestreut, jedoch bleibt die Nähe des Troges frei von Torf. Täglich gibt man $^1/_2$ kg hinzu und wird nach 3 bis 4 Wochen das Lager erneuert.

Will man größere Ausgaben für Torfstreu vermeiden, so ist es sehr empfehlenswert, als Lager für die Tiere Stroh zu geben, aber die Jaucherinnen im Stalle mit Torfstreu zu füllen. Der Stand der Kühe habe ein schwaches Gefälle nach hinten, wo die Abflußrinne für die Jauche sich befindet. Bei der Neuanlage von gewöhnlichen Flachställen oder bei größeren Reparaturen in denselben sollte man darauf achten, daß die Jaucherinnen hinreichend tief und breit hergestellt werden. Man wähle ein Verhältnis von 25 cm Breite und 20 cm Tiefe und lasse diese mit einem eisernen oder hölzernen Deckel versehen, welcher zurückgeklappt werden kann, der abfließenden Jauche Zutritt gewährt, aber keine so großen Öffnungen hat, daß die Tiere mit den Füßen durch die Öffnungen des Deckels hindurchtreten können. Diese Jaucherinnen haben keinen Abfluß, sie werden mit Torfstreu gefüllt und bleibt diese so lange darin, als sie noch die Fähigkeit besitzt, Jauche gut auffangen zu können. Alsdann bringe man die feuchte Torfstreu auf die Düngerstätte und breite sie hier gleichmäßig aus. Dies Verfahren hat sich sehr gut bewährt, die laufenden Ausgaben für den Torf

werden reichlich durch die Vermeidung des Verlustes an Jauche aufgehoben, auch bleibt die Luft im Stalle reiner, überhaupt läßt sich dann eine bessere Reinlichkeit im Stalle erzielen.

c) Laubstreu.

In ärmeren Gegenden ist es üblich, aus dem Walde Laub zu holen und dieses als Lager für die Kühe zu benutzen. Zu gleichem Zwecke dient auch Heidekraut, Kiefernnadeln und dergl. Diese Materialien sind zum Teil geeignet, die Exkremente der Tiere ebenso gut wie Stroh aufzusaugen, falls man sie im trocknen Zustande in den Ställen ausstreut. Im lufttrocknen Zustande saugen 100 Teile Strohhäcksel 250 bis 300 Teile Flüssigkeit auf, abgestorbenes trocknes Laub 400 Teile, abgefallene Nadeln der Waldbäume 250 bis 300 Teile. Indes ist der hierbei erzeugte Stallmist nicht viel wert. Der Dünger ist kalt, er zersetzt sich schwer im Boden, erwärmt ihn nicht, macht den Boden nicht tätig.

Wenn wir uns auf den forstlichen Standpunkt stellen, so muß die Entfernung des Laubes aus den Wäldern als eine Unsitte bezeichnet werden, die überall bekämpft werden sollte. Der Wald wird dadurch geschädigt. Das Laub ist ein wichtiges Material, um die Feuchtigkeit zurückzuhalten und Zersetzungen einzuleiten, die für die Ernährung der Waldbäume sehr wertvoll sind. Die Wälder, aus denen von ärmeren Leuten das Laub häufiger fortgeholt wird, machen einen traurigen Eindruck, die Bäume leiden dann Hunger und Durst.

d) Erd-, Plaggen- und Heidestreu.

In Heide- und Geestwirtschaften findet die Heide fast regelmäßig als Einstreu Verwendung, wenn möglich in Verbindung mit Stroh oder mit Torf, oft auch ohne diese. Heidestreu ist besser als Laubstreu. Man sticht die Heideplaggen aus und achtet darauf, daß möglichst wenig Sand daran hängen bleibt, weil der Sand ein unnötiger Ballast ist, und zieht man daher die Plaggen von Humus und von Lehmboden vor. Die Gewinnung einer guten Heidestreu macht viel Mühe und sollte man mehr Wert auf die Herstellung einer guten Torfstreu legen.

Hier und da wird auch wohl humose Erde in die Ställe eingestreut. In den Wirtschaften der höheren Gebirge läßt man die Kühe in ungepflasterten Ställen ohne jede Einstreu stehen und bringt von Zeit zu Zeit den breiigen Kot aus dem Stalle, während die Jauche in den Boden einsickert. Derartige Verfahren sind selbstverständlich nicht geeignet, um einen brauchbaren Dünger zu erhalten.

Ich komme zu der Frage: Soll der Dünger aus einem gewöhnlichen Flachstalle häufiger oder seltener fortgeschafft werden?

Wiederholt habe ich darauf hingewiesen, daß unter den düngenden Bestandteilen des Stallmistes insbesondere der Stickstoffgehalt als ein brauchbarer Wertmesser betrachtet werden kann, und suchte Pfeiffer[15]) die obige Frage von diesem Standpunkte aus zu beantworten. Bei einem Versuche waren 8 Kühe,

bei einem anderen 11 Kühe in einem gewöhnlichen Flachstalle aufgestellt; es ist nur Strohstreu gegeben, kein Torf und keine Konservierungsmittel zugesetzt; der Dünger wurde gesammelt, er lagerte 3 bis 4 Monate lang sorgfältig festgetreten auf dem Hofe. Durch chemische Untersuchungen wurden ermittelt: der Gehalt des Futters, welches die den Dünger erzeugenden Tiere verzehrten, an Stickstoff, die Menge des Stickstoffs in der Einstreu, in der Milch, in der Lebendgewichtszunahme, im frischen Mist und in der Jauche. Schließlich ist auch in dem gelagerten Dünger die Menge des Stickstoffs festgestellt. Uns interessieren im vorliegenden Falle nur die aus den Ermittelungen abgeleiteten Verluste des Düngers an Stickstoff im Stalle.

Von je 100 Teilen des im frischen Dünger ursprünglich vorhandenen Stickstoffs gingen verloren:

Versuche in der kälteren Jahreszeit:

im Stalle, wöchentlich einmal gemistet . .	17,0 %
„ „ täglich gemistet	9,9 „
„ „ „ „	9,3 „

Versuche in wärmerer Jahreszeit:

im Stalle, täglich gemistet	12,7 %
„ „ „ „	13,4 „

Hiernach besteht ein Unterschied zwischen den verschiedenen Verfahren. Beim täglichen Ausmisten sind die Verluste an Stickstoff geringer, sie sind ferner in der kälteren Jahreszeit nicht so groß als in der wärmeren. Die späteren Verluste in dem auf dem Hofe lagernden Dünger waren bei allen Versuchen annähernd gleich, es sind also nicht etwa aus dem Dünger, welcher im Stalle weniger an Stickstoff verloren hatte, auf der Düngerstätte größere Mengen verdunstet, sondern es sind keine Unterschiede zu bemerken gewesen.

Im allgemeinen dürfte es empfehlenswerter sein, den Dünger in einem gewöhnlichen Flachstalle nur kurze Zeit unter den Tieren liegen zu lassen.

6. Die Einrichtung der Düngerstätte und der Jauchegrube.

a) Die Lage der Düngerstätte.

Wenn es die örtlichen Verhältnisse gestatten, lege man die Düngerstätte entweder nördlich oder östlich von den Ställen an. An der Südseite wirkt die Sonne, an der Westseite der Wind auf den Dünger unvorteilhaft ein. Die Düngerstätte liege so nahe am Kuhstall, daß die Kühe bequem täglich auf den Dünger getrieben werden können, damit sie sich Bewegung machen und den Dünger festtreten. Zwischen dem Stalle und der Düngerstätte lasse man genügenden Raum für einen Weg frei, der so breit sein muß, daß ein beladener Wagen bequem hindurch fahren kann. Soll das Vieh auf die Düngerstätte getrieben werden, dann muß zwischen der Stalltüre und der Düngerstätte ein hölzernes oder ein eisernes Gitter angebracht werden, damit die Tiere nicht auf

den freien Hof treten. Das Gitter ist abnehmbar und so dauerhaft hergestellt, daß eine Beschädigung desselben durch die Tiere nicht möglich erscheint.

b) Die Form der Düngerstätte.

Bei der Anlage der Düngerstätte sei es Grundsatz, daß alle scharfen Winkel vermieden werden. In den scharfen Winkeln wird der Dünger nicht festgetreten, das den Mist festtretende Vieh kann hier nicht ausweichen, und ist es besser, die Form der Düngerstätte so zu wählen, daß mindestens stumpfe Winkel oder völlig abgerundete Seitenflächen entstehen.

Die Größe der Düngerstätte hängt davon ab, wieviel Stück Vieh an der Düngererzeugung beteiligt sind, ob im allgemeinen stark oder schwach eingestreut wird, wie lange der Dünger hier angesammelt werden soll, ob dieser hoch aufgeschichtet wird und dergl. mehr. Mit Rücksicht darauf, daß die Zersetzung des Düngers eine zu weitgehende werden kann, wenn man denselben zu sehr der Einwirkung der atmosphärischen Luft aussetzt, könnte es wünschenswert sein, die Düngergrube tief zu machen und ihr eine verhältnismäßig kleine Flächenausdehnung zu geben. Dem steht der Umstand hindernd entgegen, daß es mit Schwierigkeiten verbunden sein würde, den Dünger aus einer tiefen Grube auszufahren, und ist hierdurch eine gewisse Beschränkung unbedingt geboten.

Man pflegt die Düngerstätte so groß zu wählen, daß für jedes Stück Großvieh eine Grundfläche von 5 qm oder bei starker Einstreu 6 qm vorhanden ist, in der Annahme, daß der Mist bisweilen 4 oder 5 Monate liegen bleibt. Man rechnet einem Stück Großvieh als gleichwertig: 4 Schweine oder 4 Kälber oder 2 junge Rinder. Ich werde nachher darauf hinzuweisen haben, daß das lange Lagern des Düngers nicht zweckmäßig ist, man beschränke die Zeit auf 2 bis $2^1/_2$ Monate und kommt man dann für jedes Stück Großvieh mit einer auszuschachtenden Grundfläche von 6 qm einschließlich des Mauerwerks und der wünschenswerten Abrundung der Ecken aus.

Es würde demnach für folgende

Stück Großvieh	eine Erdschicht auszuheben sein von Länge	Breite
10	10	6 m.
20	12	10 „
30	18	10 „
40	20	12 „
50	25	12 „

Bei der Wahl der Form kommt wesentlich die Länge des Kuhstalles mit in Betracht. Hat derselbe zwei Türen, so ist es nötig, daß die Düngerstätte länger, aber schmaler angelegt wird.

Die Ein- und Ausfahrt habe eine sanfte Böschung, welche mit harten Steinen gepflastert wird. (Auf der Zeichnung durch punktierte Linien angedeutet.) Die Sohle besitze ein schwaches Gefälle nach einem Punkte hin, wo der Ausfluß zur Jauchegrube mündet.

Die Tiefe der Düngerstätte betrage 50 cm und an der tiefsten Stelle 75 cm. Man läßt den Boden 1 m bezw. 125 cm tief ausschachten. Dann trägt man eine 30 cm starke Schicht von Ton oder von sehr bindigem Lehm ein, diese wird festgestampft und darauf harte Bruchsteine, am besten Granit, gemauert und mit Zement übergossen, nachdem zuvor die Fugen zwischen den Steinen mit Pech ausgegossen waren.

Hat man keine harten Bruchsteine, so nehme man hart gebrannte Ziegelsteine. Diese werden hochkant gelegt, allseitig mit Zement verstrichen und auch oben mit einer Zementschicht bedeckt. Schwach gebrannte Ziegelsteine sind nicht anwendbar. Der Zement darf nicht durch Kalk ersetzt werden, weil die Jauche

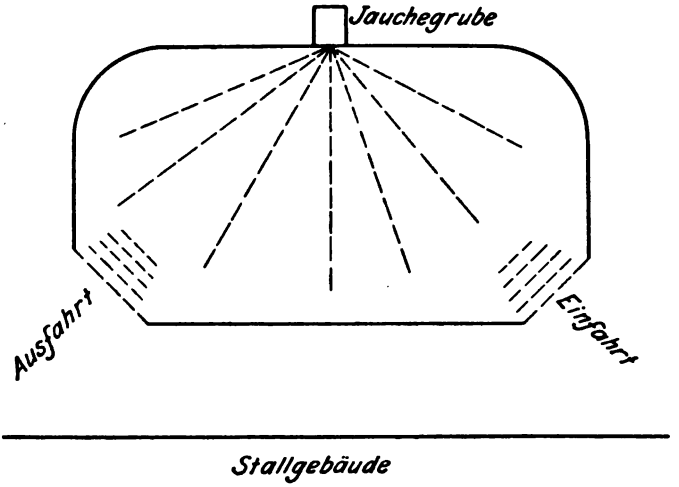

Fig. 18. Düngerstätte für 40 Stück Großvieh. Größe 1 : 200.

in kurzer Zeit den Kalk zerfressen würde. Aus dem gleichen Grunde ist der Gebrauch von Beton unzulässig. Ziegelsteine dürfen an der Ein- und Ausfahrt nicht verwendet werden. Hier sind nur harte Bruchsteine zu gebrauchen.

c) Die sonstige Einrichtung der Düngerstätte.

Die Seitenwände der Düngerstätte sind aus einer Mauer herzustellen, welche nach oben schwach verjüngt ist, bei der also die Wände nicht senkrecht abfallen. Dies ist nötig, damit der Dünger fester lagert und keine Hohlräume an den Seitenwänden sich bilden können.

Die Mauer ist an der dem Stalle zugekehrten Seite niedriger wie die Mauer an der Seite der Jauchegrube. Die niedrige Mauer wird 1 m unter der Erdoberfläche gemauert und zwar unten 2 Stein stark. Oberhalb des Erdbodens wird sie 50 cm hoch aufgeführt, zuletzt 1 bis $1^1/_2$ Stein stark. Mit der Grundmauer an der Seite der Jauchegrube beginne man 125 cm unter der

Erdoberfläche. Die Höhe oberhalb des Hofpflasters betrage 125 cm, so daß hier der Dünger bis zu 2 m hoch aufgeschichtet werden kann.

Die oberste Deckschicht der Mauer soll eine Neigung nach außen haben, so daß der hier niederfallende Regen nach dem Hofe zu fließt. Die nach der Stallseite zugekehrte Mauer erhält mehrere Pfeiler aus Steinen, welche 75 cm hoch sind. Desgleichen die beiden Seitenwände. Hier werden die Pfeiler allmählich kleiner, so daß der obere Teil der Pfeiler überall 125 cm über dem Hofpflaster liegt. Die vierte Seite erhält keine Pfeiler. Zwischen den Pfeilern wird ein Gitter aus Holz oder aus Stein angebracht.

Für den Durchlaß der Kühe zur Düngerstätte wird an der Einfahrt zu beiden Seiten je eine Säule aus Holz in die Erde gelassen. Zwei andere stehen neben der Stalltüre. An den Pfeilern sind eiserne Ringe angebracht, durch welche vor dem jedesmaligen Durchlaß der Kühe Stangen gesteckt werden, um zu verhindern, daß die Kühe seitlich auf den Hof gelangen.

d) Der Jauchebehälter.

Regel sei es, daß aus den Ställen keine Jauche abfließt, weil diese bei der weiteren Wanderung große Verluste an dem wertvollsten Bestandteile, dem Stickstoff erleidet. Ich empfehle die nach außen mündenden Jaucheabflüsse in den Ställen zumauern zu lassen, dagegen die Jaucherinnen am hinteren Stande der Kühe, wenn nötig, zu vertiefen und diese mit Torfstreu zu füllen, wie auf Seite 53 bereits angegeben wurde.

Hier und da findet man Jauchegruben, die nicht mit der Düngerstätte in Verbindung stehen, sondern in welche die Jauche aus dem Stalle einfließt. Vielleicht können Verhältnisse eintreten, welche eine gesonderte Auffangung der Jauche als erwünscht erscheinen lassen; aber im allgemeinen ist eine getrennte Auffangung nicht ratsam, denn hier findet eine erhebliche Wertverminderung der Jauche durch die Berührung mit der atmosphärischen Luft statt. Auch wird der Mist zu trocken. Die Jauche soll dort bleiben, wo sie hingehört, nämlich im Mist. In einer guten Viehwirtschaft darf die Jauche aus den Ställen überhaupt nicht abfließen, es soll gar keine Öffnung vorhanden sein, aus der sie abfließen könnte.

Wer sich veranlaßt sieht, in dieser Hinsicht eine Änderung zu treffen, sollte die Jauche auf dem kürzesten Wege, den es gibt, wieder mit dem Miste vereinigen, indem man die Ableitung in der Düngerstätte endigen läßt, unter Beseitigung der schädlichen besonderen Jauchegrube im oder vor dem Stalle.

Das Ableitungsrohr muß aus Gußeisen oder aus glasiertem Ton hergestellt sein. Offene Ableitungsrinnen sind unzulässig.

Auf der Düngerstätte wird durch den Druck, den die lagernde Masse ausübt, ein Teil der Jauche ausgepreßt werden, diese fließt an die tiefste Stelle der Sohle und von hier in die Jauchegrube. Ist die Düngerstätte nicht durch ein Dach bedeckt, so sickert auch das Regenwasser durch den lagernden Dünger und findet ebenfalls seinen Weg in die Jauchegrube. Diese muß tiefer liegen als

die Düngerstätte, und das Abflußrohr vor der Einmündung in die Grube mit einem eisernen Gitterrost versehen sein, damit der Abfluß durch die strohigen Bestandteile des Mistes nicht verstopft wird. Sehr empfehlenswert ist es, außer dem eisernen Gitterrost noch einen aus Messing hergestellten Ventilverschluß an dem Abflußrohr anzubringen, damit man, je nach Wunsch, die Jauche von der Düngerstätte abfließen lassen kann oder nicht.

Die Größenverhältnisse der Jauchegrube richten sich nach der Menge des erzeugten und lagernden Stalldüngers. Die vorhin in der Zeichnung skizzierte Düngerstätte sollte für den Dünger von 40 Haupt Großvieh dienen. Unter dieser Voraussetzung dürften folgende Größenverhältnisse angemessen sein:

Die Jauchegrube habe einen inneren Durchmesser von $1^1/_2$ m im Quadrat. Die Tiefe betrage 1,5 m unter dem tiefsten Punkte der Sohle der Düngerstätte. (Dieser liegt 75 cm unter der Oberfläche des Hofpflasters.) Die Seitenwände der Jauchegrube werden oberirdisch 2 m hoch aufgeführt, also ebenso hoch wie die Mauer der Düngerstätte.

Jedenfalls muß die Jauchegrube so groß sein, daß der Landwirt nicht gezwungen ist, die Jauche abzufahren, weil die Grube voll ist und der Mist keine Flüssigkeit mehr auffaugt, sondern die Jauche wird zur Düngung benutzt, wenn die wirtschaftlichen Verhältnisse dies wünschenswert erscheinen lassen.

Je nach den Bedürfnissen wird man der Jauchegrube einen größeren oder einen geringeren Durchmesser zu geben haben.

Leider wird oft der Fehler gemacht, daß die Wände und die Sohle der Jauchegrube nicht hinreichend dicht sind. Es sickert dann die Jauche in das umliegende Erdreich und entstehen große Verluste an den wichtigsten düngenden Bestandteilen.

Recht häufig habe ich festgestellt, daß der Grundwasserstand im Boden an der Stelle, wo die Jauchegrube sich befindet, hoch ist. War die Jauchegrube nicht dicht, dann tritt bei hohem Grundwasserstand Wasser von außen in die Jauchegrube ein. Herrscht längere Zeit trocknes Wetter, so gelangt umgekehrt die Flüssigkeit aus der Grube in das diese umgebende Erdreich.

Die Seitenwände und die Sohle der Jauchegrube werden aus Ziegelsteinen hergestellt, die hart gebrannt und in Zement gelegt sind. Sie werden innen mit Zement gut verstrichen. Die Anwendung von Beton ist aus den gleichen Gründen, wie vorhin angegeben, unzulässig.

Auf die gute Mauerung und Zementierung der Wände und der Sohle der Jauchegrube ist ganz besonders zu achten. Leicht kommt es vor, daß im Winter durch Frost Risse in der Wand entstehen, und ist es durchaus nötig, daß jährlich einmal die Grube darauf geprüft wird, ob sie hinreichend dicht ist. Dies läßt sich nur dann gut ausführen, wenn die Jauche durch ein Ventil in der Düngerstätte zurückgehalten und die Grube entleert werden kann.

Der Jauchefang wird durch einen dicken Bohlenbelag, der abnehmbar ist, oben geschlossen und in einer Öffnung dieses Deckels eine Jauchepumpe ange-

bracht. An die Pumpe iſt ein weiter Schlauch anzuſchließen, durch welchen eine Berieſelung des Düngers mit Jauche ermöglicht wird.

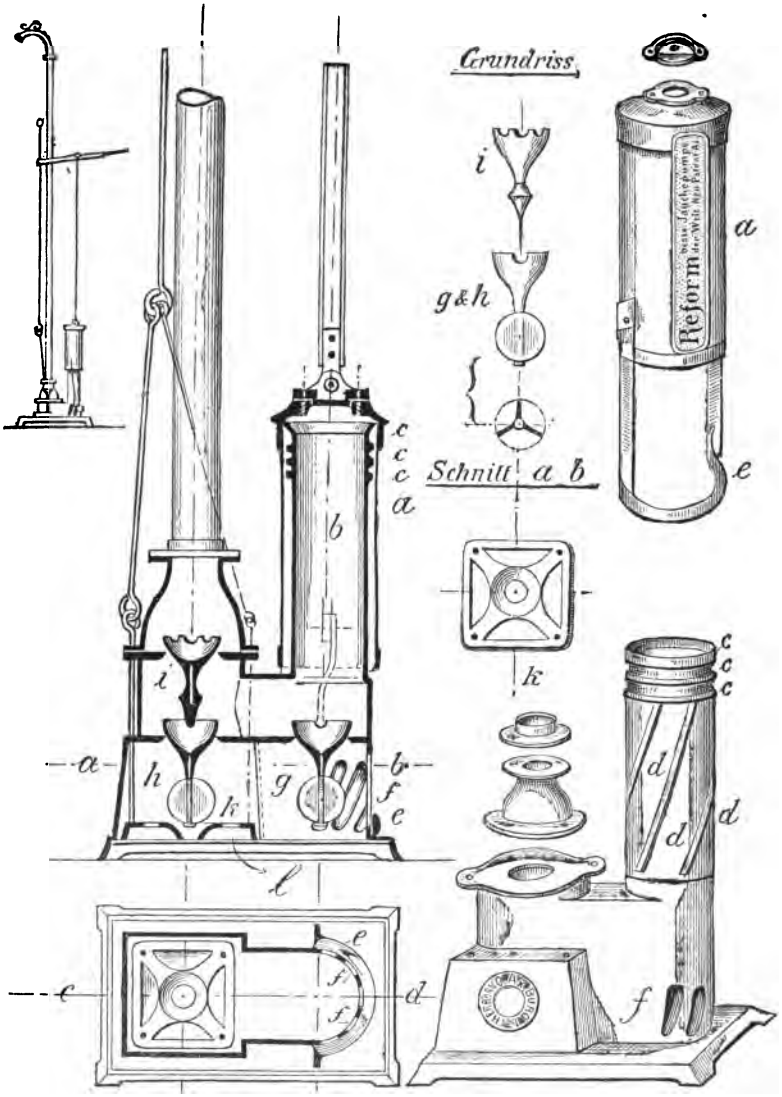

Fig. 14. Jauchepumpe.

Von Jauchepumpen hat man verſchiedene Arten in Gebrauch. Von der Deutſchen Landwirtſchafts-Geſellſchaft wurde eine Pumpe von Carl Ax in Burg bei Herborn als „neu und beachtenswert“ bezeichnet. Eigene Erfahrungen hat der Verfaſſer dieſes Buches mit der Pumpe zwar nicht gemacht und bringt, unter

Hinweis auf die Beurteilung, nachstehende Angaben nach dem „Jahrbuch der Deutschen Landw.-Gesellschaft“ 1901, Seite 126 und 537.

Zur Prüfung war die betreffende Pumpe 18 Monate lang in einer Grube aufgestellt, die mit einem Abort verbunden war, der von 15 Arbeitern und den Gästen einer Schankwirtschaft benutzt wurde. Zur Misterzeugung dienten 30 Kühe und 40 Schweine. Die Pumpe unterscheidet sich von anderen Kolbenpumpen durch folgendes:

Der auf und nieder gehende Kolben a, welcher aus einem an einem Ende offenen Rohr besteht, umschließt den Zylinder b. Die Dichtung wird durch die kreisförmigen Rippen ccc am Zylinder bewirkt. Um Festsetzen von Stroh, Papier und dergl. zu verhüten, ist der Zylinder am oberen Rande scharfkantig gehalten. Im übrigen ist die Außenfläche des Zylinders mit schraubenförmig geführten Rippen d versehen, an denen sich der geradlinig auf und nieder gehende Kolben reinigt. Die Saugöffnungen f sind ebenfalls schräg als breite Schlitze mit scharfen Kanten angelegt, und mit dem Kolben ist ein federnd anschließender, messerartiger Abstreicher e verbunden, welcher die Sauglöcher mit jedem Kolbenhub von anhaftenden Stoffen reinigt. Die Ventile sind in den Deckflächen kugelförmig, statt der Belastungskugeln sind an dem Saugventil g und Entleerungsventil h drei schraubenförmig gewundene Flügel angeordnet, zu dem Zweck, um eine Drehung der Ventile zu bewirken und damit der Flüssigkeit freieren Durchgang zu bieten und die Abnutzung der Sitzflächen gleichmäßig zu erhalten. Die Entleerung wird durch Anheben des Bodens k bewirkt, welcher bei dieser Bewegung das Ventil h und mit diesem auch das Druckventil i hebt.

Bezüglich der weiteren Einrichtung der Düngerstätte würde noch zu erwähnen sein, daß es sich empfiehlt, an einer Seite einen Abort anzubringen, und sollte man der Einrichtung dieses besondere Aufmerksamkeit widmen. Derselbe wird in die Umfassungsmauer eingebaut, habe hinten eine schließende Holzwand, die unten aufgeklappt werden kann, damit ein Kübel, aus einem in der Mitte durchschnittenem Petroleumfasse bestehend, ohne Mühe sich einschieben, und nachdem er gefüllt und die Düngerstätte ziemlich leer ist, leicht herausnehmen läßt. Zur Reinhaltung empfiehlt es sich, das Sitzbrett schräg zu befestigen. Täglich wird einmal Torfmull in die Tonne geschüttet, um die Exkremente aufzusaugen, die Luft rein zu halten und die Leute in dieser Hinsicht an Ordnung und an Reinlichkeit zu gewöhnen. (Wer sich für die Einführung des Torfstuhlverfahrens in kleineren Städten interessiert, sei auf das Heft 74 der Arb. der Deutschen Landw.-Gesellsch. aufmerksam gemacht.)

e) Die äußere Umgebung der Düngerstätte.

Die die Düngerstätte umgebende Mauer hat den Zweck, daß keine Jauche abfließt und dem Hofwasser den Zutritt zum lagernden Dünger verwehrt wird.

Da an der Einfahrt und Ausfahrt die Mauer fehlt, ist es nötig, daß man eine offene Rinne an der niedrigen Seite der Umfassungsmauer und an den Zugängen zur Düngerstätte herstellt, durch welche das Regenwasser sicher ab-

geleitet werden kann. Bei der Ausfahrt und Zufahrt sind starke Bretter über die Rinne zu legen, wenn die Rinne sehr tief sein sollte.

Die Südseite, und wenn möglich auch die Westseite der Düngerstätte, ist mit Bäumen zu bepflanzen, welche den lagernden Dünger beschatten und ihn vor dem Austrocknen einigermaßen schützen. Bei der Neuanlage einer Düngerstätte wird man hierauf sogleich Rücksicht nehmen. Handelt es sich um eine alte Anlage, bei der der umgebende Boden mit Jauche zum Teil durchtränkt ist, so muß man dort, wo die Bäume gepflanzt werden sollen, den Boden $1^1/_2$ m breit und 1 m tief ausschachten und mit Erde das entstandene Loch neu anfüllen, weil die Wurzeln der Bäume gegen größere Mengen von Jauche empfindlich sind.

Nur bestimmte Bäume und Büsche eignen sich zu der Anpflanzung, sie müssen schnell wachsen, starkes Laub haben und gegen Jauche nicht sehr empfindlich sein. Zunächst pflanze man eine Reihe mit schwarzem Holunder (Sambucus nigra). Dann folgt eine zweite Reihe mit der Silberpappel und der grauen Pappel (Populus alba und canescens). Diese Bäume und Sträucher geben im Sommer hinreichenden Schutz vor den Sonnenstrahlen und sie zieren den Hof.

Hier und da sieht man ein Dach über der Düngerstätte angebracht, um den niederfallenden Regen so gut als möglich fern zu halten. Das Dach ruht auf hölzernen Säulen und ist entweder aus Wellblech oder aus Dachpappe hergestellt. Hin und wieder hat man Dächer, die mit Stroh, auf einer Latten-Unterlage ruhend, gedeckt wurden. Ohne Zweifel ist es nützlich, den Regen von dem lagernden Dünger fern zu halten und eine unnötige Verdünnung der Jauche zu vermeiden. Indes ist die Anlage und die Unterhaltung des Daches kostspielig, und da eine gut angelegte Düngerstätte ohnehin schon viel Geld kostet, kann nicht ein jeder die weitere Ausgabe für ein Dach sich gestatten. Wir werden später Anlaß haben, auf die Wirkung eines unter Dach und eines offen gelagerten Düngers, der unter den gleichen Umständen erzeugt war, hinzuweisen.

Im allgemeinen vermag ich nicht die unbedingte Notwendigkeit der Anbringung eines Daches anzuerkennen. Durch zu große Ausgaben für die Düngerstätte wird deren Rentabilität in Frage gestellt, und ist unter solchen Verhältnissen vorher zu erwägen, ob man nicht besser tut, eine mangelhafte Düngerstätte ganz abzuschaffen und die vorhandenen Flachställe in Tiefställe zu verwandeln.

Will man die Düngerstätte beibehalten, dann sollte diese auch gut hergestellt sein.

Sind die von mir gemachten Vorschläge für den kleineren Besitzer zu kostspielig, dann suche man die Einrichtungen zu vereinfachen, beachte aber, daß bei der Einrichtung der Düngerstätte und der Jauchegrube unter allen Umständen ein Versickern oder eine Verdünnung der Jauche durch zufließendes Hofwasser unmöglich gemacht werden muß.

Leider wird in dieser Hinsicht noch außerordentlich viel gesündigt; nicht nur bei kleineren Besitzern, sondern auch in größeren landwirtschaftlichen Betrieben. Die Jauche ist der wertvollste Bestandteil des Düngers; verschlechtern wir diese aus Nachlässigkeit, so bedeutet dies einen direkten Verlust am Vermögen.

Je mehr Stickstoff in der Jauche verbleibt, desto höher können die Ernteerträge werden, desto geringer sind die Ausgaben für Handelsdünger. In zutreffender Weise schildert Böhme in einem recht beachtenswerten Buche, betitelt „Landwirtschaftliche Sünden", den Verlust durch Verschleudern der Jauche. Böhme sagt:

„In jedem Liter Jauche laufen einige Pfennige zum Hofe hinaus. Ist nach einem kräftigen Regen oder nach Tauwetter der Jaucheabfluß ein beständiger, so läuft mit so viel Jauche, als dem Inhalt einer Tonne entspricht, ein Markstück zum Hofe hinaus. Wenn ein Kind einige Pfennige verliert, dann wird es ausgescholten, wenn es aber gar eine Mark zum Hofe hinauskollern lassen sollte, so wird der ganze Hof mit der benachbarten Dorfjugend zum Suchen aufgeboten, und wenn man sie trotzdem nicht wieder findet, so macht man Anzeige bei der hohen Dorfobrigkeit. Wenn aber die kräftige Düngerbrühe, der Extrakt des ganzen Misthaufens, unausgesetzt markstückenweise zum Hofe hinausrennt, da sucht man nicht, man bietet nicht die Leute auf, man macht keine Anzeige."

Möchten diese Worte Beachtung finden. Seit Jahrzehnten betrachten die landwirtschaftlichen Vereine, die Wanderlehrer, die Versuchsstationen es als ihre Aufgabe, eine bessere Einrichtung der Düngerstätten herbeizuführen. Es werden Prämien für die zweckmäßigste Einrichtung derselben ausgesetzt und in Wort und Schrift auf die Nachteile einer mangelhaften Behandlung des Düngers aufmerksam gemacht. Wenn wir nicht nur einige der landwirtschaftlich hoch entwickelten Gegenden Deutschlands berücksichtigen, sondern auch nachsehen, wie es im Norden, im Osten, im Westen und Süden von Deutschland auf den Düngerstätten aussieht, so müssen wir leider gestehen: bei 99 % der Landwirte sind die Mahnungen erfolglos geblieben.

Möge in dieser Hinsicht endlich eine Wendung zum Bessern eintreten, damit das alte Sprichwort zur Wahrheit wird:

„Die Düngergrube ist des Bauern Goldgrube".

f) Einheitliche Bestimmungen für die Anlage von Musterdüngerstätten.

Die Landwirtschaftskammer für Pommern hat folgende Bestimmungen für die Errichtung von Musterdüngerstätten erlassen, welche Nachahmung verdienen, und gebe ich nachstehend dieselben an:

1. Die Lage der Düngerstätte soll eine wirtschaftlich möglichst bequeme, in unmittelbarer Nähe der Stallungen und von diesen so weit entfernt sein, daß ein Wagen gut durchfahren kann; wenn irgend möglich, ist Schattenlage zu wählen oder durch Bäume für Schatten zu sorgen.
2. Die Größe der Düngerstätte ist je nach den wirtschaftlichen Verhältnissen so zu bemessen, daß eine Fläche von 3—4 qm für ein Stück Großvieh von 500 kg Lebendgewicht vorhanden ist.
3. Die Tiefe der Düngerstätte unter der Bodenoberfläche soll je nach der Flächenausdehnung 0,50—0,75 m betragen. Die Düngerstätte ist ringsherum mit einer Erderhöhung zu umgeben.

4. Die Form soll möglichst diejenige eines Rechtecks mit abgerundeten Ecken sein.
5. Die Sohle muß unbedingt wasserdicht sein und ist herzustellen durch eine 10—20 cm starke Schicht von undurchlässigem Ton oder Lehm, auf die, je nach den Verhältnissen, Feld- oder Ziegelsteine mit möglichst kleinen Fugen zu pflastern sind.
6. Das Gefäll der Sohle der Düngerstätte nach der Jauchegrube soll möglichst gering sein, höchstens 1,5 cm für einen laufenden Meter.
7. Zur Ableitung des Tagewassers ist ein fester Rinnstein um die Düngerstätte herum anzulegen.
8. Die Düngerstätte ist mit einer Umwehrung zu versehen. Die Art derselben hat sich nach den wirtschaftlichen Verhältnissen zu richten.
9. Wenn möglich, ist eine gepflasterte Ein- und Ausfuhr anzulegen. Unter Umständen genügt nur eine Öffnung.
10. Die Anlage von Dachrinnen auf den Stallgebäuden ist erwünscht, darf aber nicht als Ersatz des Rinnsteins dienen.
11. Jede Düngerstätte ist mit einer Jauchegrube zu versehen, deren Lage eine wirtschaftlich möglichst bequeme sein soll.
12. Die Jauchegrube soll einen Rauminhalt von etwa 6 cbm für 10 Stück Großvieh von je 500 kg Lebendgewicht haben.
13. Die Sohle der Jauchegrube soll nicht tiefer als ungefähr 1,5 m unter derjenigen der Düngerstätte liegen. Wandungen und Boden müssen unbedingt wasserdicht und in entsprechender Stärke hergestellt werden.
14. Die Wandmauern der Jauchegrube sind in gleicher Höhe wie die Wandungen der Düngerstätte aufzuführen und die Verbindungen der Jauchegrube mit der Düngerstätte durch einige Öffnungen herzustellen, welche mit Rosten bedeckt sind.
15. Die Jauchegrube ist mit einem gut schließenden Bohlenbelag zu versehen.
16. In der Jauchegrube ist eine Jauchepumpe von beliebiger, aber gut brauchbarer Konstruktion anzubringen.

7. Die Behandlung des Düngers auf dem Hofe.

Der im Stalle erzeugte Dünger wird auf den Hof geschafft. Dies geschieht mittels Karren, deren Boden möglichst tief ist, damit der Dünger nicht sehr hoch zu heben ist. Hier und da sieht man noch Misttragen, durch welche der Dünger von zwei Personen fortgeschafft wird. Diese sind unpraktisch, sie erfordern eine doppelte Zahl von Personen und die Arbeit geht trotzdem langsamer wie durch das Fortschaffen in einer guten Karre. Ist der Weg vom Stalle bis zur Düngerstätte nicht weit, so kann man sich auch eines sogen. Düngerhakens bedienen, welcher vom Schmied hergestellt wird.[16])

An einem 60 cm langen eisernen Stiel sind vier Zinken von annähernd je 40 cm Länge angebracht. Der Düngerhaken wird im Stalle in den Mist eingeschlagen, ein Pferd davor gespannt, und zieht dann das Pferd eine große Menge von Dünger aus dem Stall auf die Düngerstätte.

Auf der Düngerstätte wird der Mist aufbewahrt.

Diese Aufbewahrung hat einen doppelten Zweck. Der Dünger muß irgendwo liegen, bis Gelegenheit vorhanden ist, um ihn auf dem Felde zu verwenden. Der wichtigere Zweck der Lagerung besteht aber darin, daß der Stalldünger einer Gärung, einer tief greifenden Veränderung unterworfen werden muß, bevor derselbe zur Verwendung reif ist. Ebensowenig wie der frische Most kein Wein, die Würze kein Bier, die Maische kein Branntwein ist, sondern diese Materialien durch eine Gärung in ihren Eigenschaften ganz wesentlich verändert werden müssen, so ist auch der unvergorene, frische Mist noch kein brauchbarer Dünger.

Auf dem Gebiete der Gärungsindustrie wurde ehemals die Herstellung der Produkte ganz empirisch, nach gesammelten praktischen Erfahrungen betrieben und war es erst der Neuzeit vorbehalten, die Ursachen der Gärung wissenschaftlich zu erforschen. Man lernte die Bedingungen kennen, unter denen die Gärungserreger am vorteilhaftesten arbeiten und die besten Produkte erzeugen. Unzweifelhaft hat auf diesen Gebieten die Praxis einen sehr großen Nutzen von der Wissenschaft gehabt.

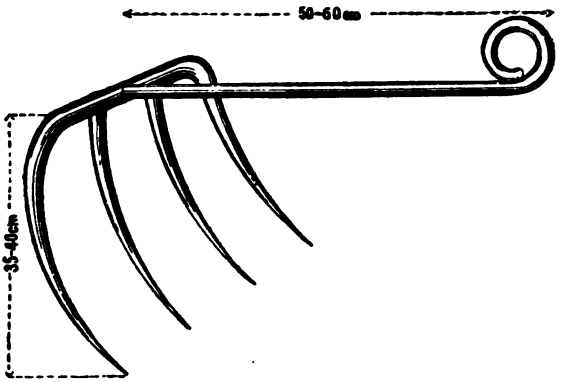

Fig. 15. Düngerhaken.

An den „duftenden Düngerhaufen" sind die Vertreter der Wissenschaft erst in den letzten Jahren herangetreten.

Die hier stattfindenden Gärungen sind zwar noch nicht in jeder Hinsicht aufgeklärt, aber die erzielte Erkenntnis ist doch so weit vorgeschritten, daß die praktischen Landwirte nicht säumen sollten, das bisher Erkannte zu verwerten. Durch die schlechte Behandlung des Düngers auf dem Hofe gehen jährlich viele Millionen des deutschen Nationalvermögens verloren, welche zum Teil gerettet werden könnten.

In früheren Abschnitten dieses Buches wurde bereits darauf hingewiesen, daß der Stallmist bei der Gärung Verluste an organischer, Kohlenstoff enthaltender Masse und auch an Stickstoff-Verbindungen erleidet. Die ersteren Verluste sind unbedingt nötig, ohne solche ist eine Gärung nicht möglich. Der Most oder die Maische enthält Zucker, welcher durch Hefe in flüchtige Kohlensäure und in Alkohol zerlegt wird. Im Stalldünger haben wir es nicht mit einer alkoholischen, sondern mit einer anderen Gärung zu tun, das Ausgangsmaterial ist kein Zucker, sondern es sind andere Kohlehydrate vorhanden; aber das haben beide Gärungen gemeinsam, daß flüchtige Kohlensäure (und andere flüchtige Produkte) erzeugt werden und

diese einen Verlust bedingen, da solche nicht in dem fertigen Produkte verbleiben, sondern in die Luft entweichen.

Bei der Gärung von dünnen zuckerhaltigen Flüssigkeiten hört die durch die Hefe veranlaßte Gärung auf, sobald der Zucker zerlegt ist, und bei sehr konzentrierten zuckerhaltigen Mosten wird die vollständige Vergärung gehindert, wenn eine gewisse Menge von Alkohol sich bildete, welche die weitere Wirkung der Hefe beeinträchtigt; man erhält dann alkoholreiche, süße Weine.

Bei der Gärung des Stalldüngers kommt nicht eine einzelne Art, sondern sehr viele Arten von Gärungserregern in Betracht. Hat eine derselben die Zersetzung so weit als möglich gefördert, dann können wieder andere Arten die erzeugten Umsetzungsprodukte weiter zerlegen; es findet kein Stillstand in der Gärung statt, wie solches bei der alkoholischen Gärung der Hefe der Fall ist. Es kann daher bei der Gärung des Stalldüngers sehr leicht eine zu weit gehende Zersetzung eintreten, man erleidet unnötige Verluste an organischer Masse, und muß die Gärung so geleitet werden, daß diese nicht zu weit fortschreitet.

Man sollte den Dünger nicht länger als 2 bis $2^1/_2$ Monat auf dem Hofe lagern lassen und ihn dann aufs Feld schaffen. Was auf dem Felde damit zu geschehen hat, wenn der Dünger nicht sogleich untergepflügt werden kann, werde ich weiter unten angeben. Man suche aber nicht nur die Lagerzeit richtig zu bemessen, sondern es ist außerdem von größter Wichtigkeit, die Gärung während der Lagerung richtig zu leiten. Insbesondere müssen wir unnötige Verluste an Stickstoff zu vermeiden suchen. Wenn wir beachten, wieviel Stickstoff bei der Fütterung der Kühe einerseits im Kot und in der Einstreu und andererseits im Harn enthalten ist, wenn wir also den löslichen und den unlöslichen Stickstoff einander gegenüber stellen, so finden wir, daß im Harn das Verhältnis annähernd gleich ist und auf 100 Teile des löslichen Stickstoffs ungefähr 100 Teile des nicht löslichen entfallen. Untersucht man später den Mist, nachdem dieser einige Monate auf dem Hofe gelagert hat, dann ergibt sich, daß auf je 100 Teile des schwer löslichen Stickstoffs höchstens 35 Teile des leicht löslichen kommen, meist nur 20 bis 25, oft nur 15 bis 10 Teile. Der wertvolle, leicht lösliche Stickstoff gerät in Verlust, er verdunstet als freier Stickstoff, zum Teil als Ammoniak, und wieder ein anderer Teil wird von Bakterien in nicht lösliche organische Verbindungen verwandelt.

Ist der Dünger aus dem Stalle fortgeschafft und auf die Düngerstätte gebracht, so muß zunächst dafür gesorgt werden, daß der Dünger gleichmäßig gebreitet und geebnet wird. Die von den verschiedenen Tierarten herstammenden Ausscheidungen müssen in dünner Schicht verteilt werden, damit die „hitzigen“ und die „kalten“ Eigenschaften des Düngers ausgeglichen werden.

Es darf nicht an der einen Stelle Pferdemist, an der anderen Kuhmist, an der dritten Schafmist liegen. Die Zersetzung des Düngers würde dann eine ungleichmäßige und ebenfalls die spätere Wirkung desselben auf dem Felde eine ungleiche sein. Die Unterschiede in den einzelnen Mistarten sind durch den ver-

schiedenen Gehalt an Stickstoff und an Wasser bedingt und dadurch, daß die Gärung nicht in derselben Weise verläuft. Man muß die Ungleichheiten zu beseitigen suchen.

Wir haben sodann darauf zu achten, daß bei der Gärung die Verluste an „Masse" nicht größer sind, als solches erforderlich ist, und die Verluste, welche vorzugsweise durch Verschwinden des Stickstoffs an „Güte" entstehen, soweit als nur irgend möglich eingeschränkt werden. Beide können, wie auf Seite 16 angegeben, dadurch vermindert werden, daß man den Zutritt der atmosphärischen Luft so gut als möglich von dem gärenden Stalldünger fern hält. Wenn wir in der Lage sind, die Stickstoffverluste einzuschränken, dann erreichen wir gleichzeitig eine zu weit gehende Zersetzung der organischen Bestandteile.

a) Mechanische Hilfsmittel.

Die eben erwähnte gleichmäßige Verteilung des Stalldüngers soll sich nicht nur auf die verschiedenen Mistarten erstrecken, sondern es darf auch ein und dieselbe Art nicht haufenweise liegen bleiben, wie sie in Schubkarren aus dem Stalle abgefahren wurde, es dürften keine Hügel und Täler zu sehen sein, sondern nur eine völlig ebene Fläche. Durch Unebenheiten wird die Oberfläche des gärenden Mistes vergrößert und der Zutritt der Luft erleichtert. Nach dem Ausbreiten wird jede Schicht sorgfältig festgetreten und bei Stallfütterung werden die Kühe täglich auf die Düngerstätte getrieben, wenn die Witterungsverhältnisse es gestatten. Das Festtreten durch die Kühe geschieht zwar mehr oder weniger unvollkommen. Dort wo die Füße der Tiere gestanden haben, lagert der Mist ziemlich fest, an anderen Stellen nicht. Hier und da ist es üblich, schwere Walzen über den Mist zu fahren.

An eine schwere Walze ohne Deichsel werden zwei Ochsen gebunden und diese auf dem Dünger nach allen Richtungen umher geführt.[17])

Ringelwalzen, welche zunächst in der Länge, dann in der Breite der Düngerstätte über den Mist fortbewegt werden, haben besser als Glattwalzen sich bewährt. Es findet durch dieses Verfahren gleichzeitig eine gute Vermengung der Exkremente mit den strohigen Anteilen des Mistes statt.

An der Umfassungsmauer wird man durch menschliche Kraft, durch Stampfer oder mit den Füßen den Mist fest andrücken, damit hier keine Hohlräume sich bilden, in denen dieser schimmeln würde. Hühner und Schweine, die den Mist aufwühlen, sind von der Düngerstätte fern zu halten.

Eine zweite unerläßliche Maßregel zur Fernhaltung der atmosphärischen Luft besteht darin, daß der Dünger *feucht* gehalten wird. Dort wo Flüssigkeit sich befindet, ist keine Luft. Nun soll keineswegs der Mist im Wasser liegen, es würde dann eine schlechte, saure Gärung stattfinden, ähnlich wie bei der Zersetzung von Torfmoos, welches im wasserhaltigen Moor sich befindet. Dagegen ist es dringend nötig, daß die gärende Masse mit Feuchtigkeit gleichmäßig durchtränkt ist und weder zu viel noch zu wenig Wasser enthält. Dem praktischen Blicke des Landwirtes muß es überlassen bleiben, hier das richtige Maß zu finden.

Wir haben aber auch ein untrügliches Mittel, um den richtigen Verlauf der Gärung genau verfolgen zu können, indem wir die bei der Gärung frei werdende Wärme messen. Auf die Wärmebildung habe ich auf Seite 8 hingewiesen. Diese ist abhängig von der Menge des zum Stalldünger hinzutretenden Sauerstoffs der Luft. Wir können die Gärung regeln. Indem wir den Zutritt der Luft beschränken, verläuft die Zersetzung des Düngers weniger stürmisch und wird weniger Wärme erzeugt. Es ist nicht unzweckmäßig, die Wärme zu messen. Man kann eines hölzernen Rohres sich bedienen, welches aus vier schmalen Latten hergestellt ist, die seitlich durch Nägel miteinander befestigt wurden. Dieses Rohr wird in den Dünger, und zwar dort, wo dieser höher aufgeschichtet ist, bis zu einer Tiefe von ungefähr $^3/_4$ m eingelegt. Beim Nachfüllen von Dünger ziehe man das Rohr so weit in die Höhe, daß die Mündung an der Oberfläche des Mistes sich befindet. In dieses Rohr wird ein an einem Bindfaden befindliches Thermometer eingelassen, am besten ein Maximum- und Minimumthermometer, dieses dort eine Viertelstunde belassen, dann herausgezogen und die Wärme gemessen. Ist die Temperatur eine hohe, so hatte die Luft zu reichlichen Zutritt zum gärenden Miste und muß man durch Festtreten und durch Befeuchten den Zutritt der Luft vermindern.

Dies Verfahren ist sehr einfach und lohnt der Mühe, da wir auf diese Weise stets über die richtige Behandlung des Düngers uns Rechenschaft zu geben vermögen. Von M. Hoffmann wurde vorgeschlagen,[18]) zu den Messungen ein in Metallfassung befindliches, ungefähr 1 m langes Erdthermometer zu nehmen, welches unten mit einer Bohrvorrichtung versehen ist und eine Skala von 0 bis 60° hat. Die Ablesungen wurden von Hoffmann früh morgens gemacht, nachdem er das Thermometer in der Nähe des Schnittpunktes der Diagonalen des Düngerhaufens bis auf die Sohle eingebohrt hatte.

Nicht unzweckmäßig würde es sein, wenn man von Zeit zu Zeit die in der Jauchegrube befindliche Flüssigkeit auf den Gehalt an Stickstoff und an Kali untersuchen lassen wollte, doch ist dies Verfahren umständlicher und kostspieliger, als die Messung der Temperatur im gärenden Dünger. Ergibt die chemische Untersuchung der Jauche einen niedrigen Gehalt an Stickstoff, dann würde man, sofern der Kaligehalt innerhalb der als normal zu bezeichnenden Grenzen liegt, daraus den Schluß ziehen, daß durch zu reichlichen Zutritt von Luft zu große Verluste an Stickstoff eingetreten sind. Ist außerdem die Menge des Kalis gering, so deutet dies auf eine starke Verdünnung durch Wasser.

Gewisse Rückschlüsse über die Behandlung des Stalldüngers auf der Düngerstätte können daraus abgeleitet werden, vorzugsweise dürfte indes die Beobachtung der Temperaturen im gärenden Stalldünger zu empfehlen sein.

Die Befeuchtung des Düngers mit Jauche geschieht durch eine Pumpe, an welcher ein dicker Schlauch angebracht ist. Man berieselt den Mist, indem man die Mündung des Schlauches bald hierhin, bald dorthin legt. Es muß durchaus vermieden werden, daß die Jauche in dünnem Strahl über den Mist sich ergießt. Hierdurch würde nicht nur ein wesentlicher Teil des in der Jauche

vorhandenen kohlensauren Ammoniaks abdunsten, sondern die Jauche auch mit viel Luft in Berührung kommen, diese zum Teil darin aufgelöst werden und nun in den gärenden Dünger eindringen.

Im Winter ist die Befeuchtung seltener nötig. Im Sommer soll sie nur früh morgens geschehen, solange als die Luft kühl ist, um die Verdunstung des Ammoniaks möglichst zu vermindern.

Wir haben uns mit der weiteren Frage zu beschäftigen, ob die Verminderung der Verdunstung durch irgend welche Hilfsmittel unterstützt werden kann. Diese Frage muß mit ja beantwortet werden. Wir können Zusätze von solchen Materialien machen, welche imstande sind, größere Mengen von Flüssigkeit aufzusaugen und festzuhalten. Es ist beispielsweise empfehlenswert, nach dem jedesmaligen Ausbreiten des Düngers humose Erde auszustreuen oder besser Torf, der entweder in der eigenen Wirtschaft aus Moorländereien gewonnen, getrocknet und zerkleinert wurde, oder wir kaufen Torfstreu oder Torfmull und verwenden dieses bereits in den Ställen zum Füllen der Jaucherinnen. Die mit Jauche gesättigte Torfmasse wird von Zeit zu Zeit gleichmäßig über die Düngerstätte ausgebreitet und trägt sie nun viel dazu bei, um den Dünger feucht zu halten, die Austrocknung und den Zutritt der Luft zu vermindern.

Kann man Torf billig haben, so ist dessen Verwendung neben Stroh dringend zu empfehlen. Der Torf wirkt nicht nur mechanisch dadurch, daß dieser die Flüssigkeit wie einen Schwamm zurückhält, sondern die Wirkung ist eine weitergehende, sie erstreckt sich auf chemische und auf bakteriologische Vorgänge.

Bei den chemischen Einflüssen werden die im Torf enthaltenen Humussäuren durch einen Teil des Ammoniaks neutralisiert. Die beachtenswerte Wirkung auf Bakterien besteht darin, daß der Torf den Salpeter-zersetzenden Organismen keine Nahrung zu bieten vermag.

Die großen Verluste an Stickstoff, welche der auf dem Hofe lagernde Dünger erleidet, entstehen, so müssen wir annehmen, dadurch, daß an der Oberfläche des Düngers, welche der Luft ausgesetzt ist, Salpeter sich bildet, dieser wird, wie wir auf Seite 13 näher angaben, durch Salpeter-zerstörende Bakterien zersetzt, indem freier Stickstoff in die Luft entweicht. Wir suchen die großen Verluste einzuschränken, indem wir der Luft den Zutritt zum gärenden Miste möglichst verweigern, denn die erste Ursache des Verlustes, die Erzeugung von Salpeter, kann nur dann stattfinden, wenn der atmosphärische Sauerstoff auf den Stalldünger und auf die an dessen Oberfläche arbeitenden Bakterien einwirkt. Lagert der Dünger „fest und feucht", dann ist die Bildung von Salpeter geringer und nun auch weniger von einem Material vorhanden, welches zersetzt werden kann.

Ich sagte auf Seite 14, daß die bösen, Salpeter-vernichtenden Bakterien nur dann ihre Tätigkeit vollziehen, wenn ihnen lösliche, leicht verdauliche Kohlenstoff-Nahrung zur Verfügung steht, aus der sie die erforderliche Kraft für die dabei zu leistende Arbeit schöpfen können. Im Erdboden sind jene Organismen auch vorhanden, aber sie finden hier nur schwer zersetzbare Humusstoffe als organische

Substanz vor, keine löslichen Kohlehydrate, sie haben im Erdboden keine Energiequelle.

In gleicher Weise sind die Humusstoffe des Torfes für sie nicht nutzbar.

Der Torf enthält allerdings eine große Menge von Kohlenstoffverbindungen, er ist eine aus vegetabilischem Material bestehende Masse, aber die Kohlenstoffverbindungen des Torfes können den Salpeterzerstörern als Nahrung nicht dienen. Der Torf ist eine zersetzte, bereits verrottete Pflanzenmasse, in welcher die als Nährstoffe ehemals etwa nutzbaren Substanzen bei dieser Verrottung verbraucht und beseitigt sind.

Bringt man Torf mit Salpeter und mit Salpeter-zerstörenden Bakterien zusammen, so fällt es diesen Organismen gar nicht ein, das ihnen dargereichte Material zu vernichten, weil der Torf keine Nährstoffe enthält. Den Bakterien fehlt dann die nötige Kraft, um die Zersetzung des Salpeters zu bewirken, sie sind unter diesen Umständen nicht arbeitsfähig, auch dann nicht, wenn man sie in sehr großer Zahl mit Torf und mit Salpeter zusammenbringt.

Die gleiche Beobachtung kann man machen, wenn man Ackererde mit Salpeterlösung übergießt. Bringt man aber außerdem ein wenig Zucker oder ein anderes lösliches Kohlehydrat hinzu, dann verläuft die Zersetzung des Salpeters sehr stürmisch. Nimmt man statt des Zuckers eine geringe Menge von Stroh und fügt diesem etwas Erde und Salpeter in Lösung hinzu, dann dauert es einige Tage, bis die Zersetzung eingeleitet wird. Es scheint, daß die organischen Bestandteile des Strohes zum Teil erst gelöst werden müssen, bevor die Organismen ihre zerstörende Tätigkeit entfalten.

Erfahrungsgemäß wirkt eine Düngung mit frischem Stroh bei gleichzeitigem Ausstreuen von Salpeter ungünstig, weil ein bald größerer, bald geringerer Teil des Salpeters zersetzt wird. Die Wirkung ist eine bessere, wenn man vergorenen Stalldünger gleichzeitig mit Salpeter ausstreut, da im vergorenen Stalldünger die Nährstoffe für die Salpeter-zerstörenden Organismen nicht mehr so wirksam sind, wie im frischen Stroh; die Fäulnisbakterien hatten bei der Gärung des Stalldüngers einen wesentlichen Teil der leichter aufnehmbaren organischen Stoffe bereits verzehrt. Bringt man dagegen Torfstreu-Dünger und gleichzeitig Salpeter in den Boden, so tritt die volle Wirkung des Salpeters ungeschwächt hervor. Die Salpeterzerstörer sind jetzt machtlos, weil die organischen Stoffe des Torfes ihnen keine Kraft zur Zertrümmerung der Salpetermoleküle liefern können.

Gerlach brachte in Vegetationsgefäße einen Boden ein, der reichlich mit Phosphorsäure, mit Kali und mit Kalk gedüngt war.[19]) Einige Gefäße erhielten keine weitere Düngung, andere stets gleiche Mengen von Salpeter. Eingesäet wurde Hafer. Der Ertrag an erzeugter Trockensubstanz war:

ohne Salpeter	27	Teile.
mit Salpeter	165	„
„ „ und gemahlenem Stroh	105	„
„ „ und Torf	175	„
„ „ gemahlenes Stroh und Kuhkot	111	„

Hierdurch wollte ich darauf hinweisen, daß der Torf nicht nur dazu dient, um die Feuchtigkeit im lagernden Stalldünger besser zurückzuhalten und dadurch der Luft den Zutritt zu erschweren, sondern es kommt bei einem Gemenge von Strohmist mit Torf auch die Tatsache in Betracht, daß dann die Wirkung der Salpeterzerstörer eine schwächere ist, und zwar aus dem Grunde, weil der Torf kein Nährmaterial für diese den Landwirt bei der Lagerung des Düngers auf dem Hofe schwer schädigenden Organismen ist.

Kann Torfstreu billig gekauft werden, so sollte man nicht versäumen, solche in den Ställen zum Auffangen der Jauche zu verwenden und die damit gesättigte Masse gleichmäßig auf der Düngerstätte auszubreiten.

b) Chemisch wirkende Hilfsmittel.

Schon vor längerer Zeit wurde man auf die Verluste aufmerksam, welche der Stalldünger beim Lagern erleidet. Die Ursache erblickte man in einem Entweichen von flüchtigem kohlensaurem Ammoniak. Später erkannte man, daß auch Stickstoff im freien Zustande in Verlust geriet, aber man hielt zunächst die Menge desselben für kaum beachtenswert, und erst spätere genauere chemische Untersuchungen, sowie insbesondere die Aufklärungen, welche die bakteriologischen Forschungen uns brachten, ließen erkennen, daß die letztere Verlustquelle die erheblich größere ist.

Seitens der Chemiker wurde vorgeschlagen, man solle auf das kohlensaure Ammoniak Stoffe einwirken lassen, welche mit diesem, chemisch betrachtet, sich umsetzen. Beispielsweise ist behauptet, daß Gips (Calciumsulfat) in der Weise einwirke, daß nicht flüchtiges Ammoniumsulfat und Calciumkarbonat sich bilden. Später kamen andere Mittel in Vorschlag, insbesondere solche, welche saure Eigenschaften haben. Wir wollen diese Stoffe kurz erwähnen, obgleich die Hoffnungen, die man hegte, nicht in Erfüllung gegangen sind.

Die meisten dieser Hilfsmittel sollten im Stalle angewendet und mit dem Mist auf die Düngerstätte gebracht werden. Einige weiter unten erwähnte konnten wegen ätzender Eigenschaften erst auf der Düngerstätte in Gebrauch kommen.

I. Der Gips oder das Calciumsulfat.

Im Anfang der 60er Jahre des vorigen Jahrhunderts empfahl insbesondere Grouven den Gips als Einstreu in die Ställe, um das Ammoniak in nicht flüchtiges Ammonsulfat überzuführen. Durch experimentelle Untersuchungen im Laboratorium war Grouven zu dieser Ansicht gekommen. In Röhren wurde Schafmist und Pferdemist eingefüllt, teils mit, teils ohne Beigabe von Gips. Durch diese Röhren ist dann Luft durchgeleitet und wurde die austretende Luft auf den Gehalt an Ammoniak untersucht. Der Gips hatte unter solchen Verhältnissen günstig gewirkt und glaubte Grouven die Verwendung von Gips in Ställen empfehlen zu dürfen. Jahrzehnte hindurch haben Landwirte den Gips tatsächlich gebraucht; dann machte man unter anderen Verhältnissen mit diesem Material Versuche, insbesondere haben Müntz und Girard sich damit beschäf-

tigt.[20]) Diese machten mit Lämmern und später mit anderen Tieren Versuche. Es wurden alle Einnahmen und Ausgaben des Körpers an Stickstoff festgestellt und auch der Stickstoff der Einstreu ermittelt. Das Ergebnis bestand darin, daß bei täglicher Einstreu von Gips in den Stall 34% des ursprünglich vorhandenen Stickstoffs in Verlust gerieten, war das Ausstreuen nur alle 4—5 Tage geschehen, dann betrug der Verlust 55%.

Von einem nennenswerten Erfolge konnte somit keine Rede sein. Der Gips kann die Entbindung des freien Stickstoffs nicht hindern und auch die Umsetzung des kohlensauren Ammoniaks zu nicht flüchtigen Ammoniakverbindungen erfolgt in unvollständiger Weise. Wenn auch wirklich Ammoniumsulfat und Calciumkarbonat entstanden sind, so erfolgt später eine Rückbildung. Das Ammoniumsulfat bildet mit dem Calciumkarbonat wieder die ursprünglich vorhanden gewesenen Stoffe. Ferner kommt hinzu, daß der Harn der Pflanzenfresser alkalisch reagiert, ebenso der Kot, und ist auch aus diesem Grunde die Einwirkung des Calciumsulfates eine sehr unvollkommene.

Später haben verschiedene Forscher mit dieser Angelegenheit sich beschäftigt, so beispielsweise Immendorff, Stutzer,[21]) Hansen[22]) und andere. Der letztere stellte fest, daß bei sorgfältigster Behandlung des Stalldüngers in Verlust geraten waren:

	Organische Substanz %	Stickstoff %
Mist ohne Gips	17	8,5
Mist mit Gips	22	11,8

Unter dem Einfluß des Gipses war die Gärung des Düngers, die Zersetzung der organischen Substanz etwas beschleunigt, und hatte der Gips auf die Erhaltung des Stickstoffvorrates nicht vorteilhaft eingewirkt.

Der Gips kann demnach nicht als ein brauchbares Konservierungsmittel angesehen werden.

II. Präzipitatgips.

Im Laufe der 70er Jahre des vorigen Jahrhunderts kam die Fabrikation der Doppelsuperphosphate auf. Rohphosphate wurden mit stark verdünnter Schwefelsäure ausgezogen, man erhielt eine Flüssigkeit, die zum Aufschließen anderer Phosphate diente. Hierbei ist als Abfall eine große Menge von Gips erhalten, welcher ungefähr 1% unlösliche und 1% citratlösliche Phosphorsäure enthielt. Diesen Abfall wollten die Fabrikanten gern los sein, er wurde von Landwirten gekauft, weil man damals in dem Vorurteil befangen war, daß der Gips den Stickstoff im Stalldünger vor Verflüchtigung schütze. Tatsächlich war dies nicht der Fall, wie die späteren Ermittelungen von Hansen und von anderen Forschern zweifellos ergeben haben.

III. Superphosphatgips und Superphosphat.

Nachdem die Fabrikanten einen guten Absatz für den soeben genannten Präzipitatgips gefunden hatten, ging man dazu über, ein Fabrikat herzustellen,

welches eine größere Menge von Phosphorsäure und zwar in leicht löslichem Zustande enthielt. Geringwertige Rohphosphate, die so wenig Phosphorsäure hatten, daß deren Verwendung zur Herstellung von Superphosphat ausgeschlossen war, wurden mit Schwefelsäure aufgeschlossen; man erhielt ein Fabrikat mit hohem Gehalte an Gips und mit 4, 6, 8% löslicher Phosphorsäure. Man nannte es Superphosphatgips.

Infolge der sauren Beschaffenheit war anzunehmen, daß dieses Mittel die Eigenschaft hatte, das alkalisch reagierende kohlensaure Ammoniak zu binden, und wirkte es in dieser Hinsicht besser als der reine Gips.

Die Untersuchungen des Verfassers, die im Laboratorium ausgeführt sind, ergaben, daß der Superphosphatgips und die darin enthaltene freie Phosphorsäure eine sehr starke Wirkung auf die Ammoniak-bildenden Bakterien ausübten.[23]) Es wurde zunächst das im Dünger bereits enthaltene kohlensaure Ammoniak neutralisiert und ein Überschuß von nur 2 pro Mille freier Phosphorsäure hinderte dauernd die Entwickelung der Ammoniak-erzeugenden Bakterien.

Ich wies ferner darauf hin, daß die Phosphorsäure in dieser Hinsicht kein Monopol besitzt, sondern alle Säuren, insbesondere auch die billigere Schwefelsäure, die gleiche Wirkung ausüben.

Wegen des hohen Preises der Phosphorsäure erschien es aber ausgeschlossen, daß man von dieser in der Praxis so große Mengen anwenden könne, um den theoretisch nicht zu bezweifelnden Erfolg auszuüben.

In gewissen Gegenden von Deutschland erreichte der Verbrauch an Superphosphatgips einen ziemlichen Umfang, ob stets mit gutem Erfolge, möchte ich schon allein aus dem Grunde bezweifeln, weil die Beschaffenheit der Düngerstätten und der Jauchegruben im allgemeinen eine recht mangelhafte ist, und wird, außer dem Stickstoff, auch manches Kilogramm der zugesetzten Phosphorsäure entwichen sein, ohne daß der betreffende Landwirt einen Nutzen davon gehabt hat.

Man ging nun einen Schritt weiter und glaubte, daß der Gips im Superphosphatgips nur ein dekoratives Beiwerk sei und der Phosphorsäure eine besondere Wirkung zugeschrieben werden könne. Man brachte das gewöhnliche Superphosphat als Einstreumittel in die Ställe in Vorschlag. Von verschiedenen Seiten, beispielsweise von Hoppenstedt, ist auf die Verwendung des Superphosphates hingewiesen.

Man schlug vor, für eine Kuh oder für je 10 Schafe täglich 500 g Superphosphat im Stalle auszustreuen, für ein Pferd 250 g, für ein Schwein 100 g.

Allerdings genügte dieses Quantum nicht, um den Stalldünger sauer zu machen, es wurde nur ein Teil des Ammoniaks vor der Verflüchtigung geschützt. Die weiteren Untersuchungen ergaben, daß das Entweichen von freiem Stickstoff, also die größte Verlustquelle, durch Superphosphat nicht vermieden werden kann. Die Verwendung des Superphosphates war teuer. Berücksichtigt man ferner, daß die Beschaffenheit der Düngerstätten und namentlich der Jauchegruben im allgemeinen als eine mustergültige nicht bezeichnet werden kann, daß große Verluste

an löslichen Bestandteilen und somit auch an dem bei der Einwirkung von Phosphorsäure entstehenden phosphorsäuren Ammoniak zu befürchten sind, bevor der Dünger aufs Feld geschafft wird, so muß man sagen, der Gebrauch von Superphosphat ist viel zu teuer, wir wirtschaften rationeller, wenn wir das Superphosphat direkt aufs Feld bringen, aber dieses nicht im Stalle anwenden.

Theoretisch betrachtet konnte das Superphosphat und der Superphosphatgips zur Konservierung des Ammoniak-Stickstoffs brauchbar sein, in der Praxis war dieses Mittel nicht zu empfehlen.

Von Hansen[24]) sind auf Veranlassung der Deutschen Landw.-Gesellschaft Versuche mit Superphosphatgips ausgeführt, die aber dadurch in ihrem Werte wesentlich beeinträchtigt wurden, weil während des Lagerns des Düngers ganz ungewöhnlich starke Regengüsse fielen, nämlich in $3^1/_2$ Monat kamen auf die 14 qm große Düngergrube 3000 kg Regenwasser. Später sind Düngeversuche mit dem Miste ausgeführt. Der mit Superphosphatgips nicht behandelte Dünger erhielt, um einen Vergleich mit dem damit im Stalle behandelten zu erzielen, beim Unterpflügen eine entsprechende Zugabe von Superphosphat. Weder bei Kartoffeln, noch bei dem später angebauten Hafer konnte eine Wirkung des Superphosphatgipses erkannt werden. Man kann diese Versuche von Hansen aus verschiedenen Gründen vielleicht nicht ganz als einwandfrei betrachten; dies trifft aber nicht bei späteren Versuchen von Pfeiffer zu.[25])

Von Pfeiffer wurde ein Superphosphatgips mit 12,5 % Phosphorsäure verwendet und sind hiervon täglich 2 kg für je 1000 kg Lebendgewicht im Stalle ausgestreut. Die Menge der angewendeten Phosphorsäure war also eine recht große und der Mist nach ungefähr 100tägiger Lagerung in einer gut zementierten Grube noch deutlich sauer.

Es gerieten in Verlust:	im Stalle beim täglichen Ausmisten	in der Düngerstätte nach ungefähr 3monatl. Lagerung	zusammen
ohne Zugabe von Superphosphatgips	6,9	19,1	26,0
mit Superphosphat	3,4	21,7	25,1

Die Versuche wurden im Winter ausgeführt. Die Unterschiede sind so gering, daß von einer Wirkung des gegebenen Zusatzes keine Rede sein kann.

Es sind somit auch Superphosphat und Superphosphatgips aus der Reihe der brauchbaren Konservierungsmittel gestrichen.

IV. Schwefelsäure.

Man hielt, nachdem von verschiedenen Seiten, z. B. von Holdefleiß,[26]) Jahrzehnte hindurch auf die Wirkung chemisch wirkender Mittel hingewiesen war, noch immer an dem Gedanken fest, es müsse doch irgend eine Substanz geben, die als wirksam und gleichzeitig als praktisch anwendbar sich bewähre. Von der Phosphorsäure kam man zur Schwefelsäure, und ist der Verfasser vielleicht selbst daran schuld, daß diese Säure in Vorschlag gebracht wurde.

Die Schwefelsäure ist eine starke Säure, sie ist relativ billig und hat eine sehr heftige Wirkung auf Bakterien aller Art. Andererseits war zu berücksichtigen,

daß diese Säure stark ätzende Eigenschaften hat und daher mit Vorsicht zu gebrauchen ist. Sie darf im Stalle mit dem Euter und mit den Füßen der Tiere nicht in unmittelbare Berührung kommen. Ich ließ Torf mit 2% und mit 4% freier Schwefelsäure mengen, benutzte diese Streu für Kühe und machte eine schädliche Wirkung auf die Füße und die Euter auch nach längerer Zeit sich nicht bemerkbar. Als jedoch ein solches Einstreumittel in großen Mengen fabrikmäßig hergestellt wurde, ergab sich, daß die gleichmäßige Verteilung der Säure im Torf auf unüberwindliche Schwierigkeiten stieß.

Es ist dann von anderer Seite Sand zum Vermengen mit der Schwefelsäure gebraucht.[27]) Auf einen Doppelzentner Sand (guter Quarzsand) nimmt man 20 kg von der rohen (50%igen) Schwefelsäure. Der Sand wird zu einem Haufen aufgeschichtet, in der Mitte ein Loch gemacht, hierin die Schwefelsäure gegossen und das Ganze mit einer hölzernen Schaufel gut durcheinander gemengt.

Hiervon ist so viel zu verwenden, daß der Stallmist dauernd eine saure Beschaffenheit erhält; man kann den Sand benutzen, wenn man unmittelbar nach dem Ausmisten den Boden der Stände der Kühe damit bestreuen läßt und dann sofort die neue Streu darüber ausbreitet, so daß die Füße und die Euter der Kühe mit der Säure nicht in Berührung kommen. Sind die Jaucherinnen mit Torf gefüllt, so streue man auch über diesen Torf den Sand in dünner Schicht. Hat man hier keinen Torf, so ist die weitere Verwendung des sauren Sandes auf der Düngerstätte zu empfehlen und zwar nach dem jedesmaligen Ausmisten. Für jedes Stück Großvieh sollten täglich im ganzen 750 g von der Schwefelsäure oder 4,5 kg von dem Sandgemenge verwendet werden.

Maercker hat mit dem in dieser Weise behandelten Dünger Düngungsversuche, namentlich für Zuckerrüben ausgeführt, und stellte dieser fest, daß der mit Schwefelsäure behandelte Mist besser wirkte, eine Tatsache, die dadurch sich erklären läßt, daß in dem sauren Miste der Gehalt an wirksamen Stickstoff-Verbindungen ein größerer war.[28])

Maercker hat weitere Versuche gemacht und den Stalldünger beim Aufladen auf den Wagen, also bevor derselbe aufs Feld gebracht wurde, mit flüssiger Schwefelsäure besprengen lassen. Auf 1 Doppelzentner Mist wurden 1,5 kg von der Schwefelsäure genommen. Auch hier waren die Erfolge sichtbar, sogar die Nachwirkung des so behandelten Mistes im zweiten Jahre war eine günstige.

Die konservierende Wirkung der Schwefelsäure wird ferner von Pfeiffer bestätigt.[29]) Es waren beim Lagern des Düngers auf der Düngerstätte 27,8% des Stickstoffs in Verlust geraten und nach dem Besprengen mit Säure nur 7,1%.

Wir kommen nun aber zu der Kehrseite der Medaille.

Die Behandlung mit Schwefelsäure hat verschiedene Übelstände. Die Schwefelsäure ist eine stark ätzende Flüssigkeit und der Gebrauch derselben für die Arbeiter nicht ungefährlich. Bei sorgfältigem Einstreuen in die Ställe ist zwar eine Beschädigung der Euter und der Füße der Kühe nicht zu befürchten, streut man den sauren Sand aber auf die Düngerstätte nach dem jedesmaligem Aus-

misten, dann kommen die Hühner, die dort nicht sein sollen, sie wühlen, fressen den Sand, verenden und der Ärger mit der Hausfrau ist unvermeidlich.

Bringen wir den sauren Mist aufs Feld, so wird der schwere Boden durch die Säure in physikalischer Hinsicht verschlechtert; wir müssen später um so größere Mengen von Kalk anwenden, damit wir die Säure aus dem Boden wieder los werden.

Die Säure wirkte, nach den Beobachtungen von Maercker, in so hohem Grade auf den Stalldünger konservierend ein, daß die im Mist gebauten Kartoffeln eine erhebliche Verzögerung der Reife erlitten gegenüber solchen Kartoffeln, die einen mit Schwefelsäure nicht behandelten Mist erhalten hatten, kurzum, es traten manche Übelstände hervor.

Wir müssen nun auch noch den Kostenpunkt berücksichtigen.

Der Stalldünger enthält im ganz frischen Zustande in 1 Doppelzentner ungefähr 500 g Stickstoff. Bei sorgfältiger Aufbewahrung sind nach 3 Monaten von der organischen Trockensubstanz des Stalldüngers rund 25% durch Gärung verschwunden und würde, der Rechnung nach, die Menge des in 1 Doppelzentner des vergorenen Mistes enthaltenen Stickstoffs von 500 g auf 625 g sich erhöhen, wenn man annehmen wollte, daß bei der Aufbewahrung des Düngers von dem Stickstoff bei sorgfältiger Lagerung nichts verloren geht.

Dies ist nicht möglich. Auch bei der denkbar besten Lagerung des Düngers werden unter den Verhältnissen der landwirtschaftlichen Praxis nach Verlauf von ungefähr 3 Monaten 20% des Stickstoffs nicht mehr vorhanden sein. Hiervon können, wie die Versuche von Maercker ergeben haben, ungefähr 16% durch Schwefelsäure gerettet werden, die restierenden 4% sind immer verloren. Wir können also nur die 16% berücksichtigen. 16% von den obigen 625 g sind 100 g Stickstoff. Um diese 100 g zu retten, ist die Anwendnng von 2 kg der Schwefelsäure nötig, die im Gemenge mit Sand auf dem Hofe des Landwirts ungefähr 10 Pfennige kosten wird. Für ein Stück Großvieh sind täglich 750 g der Schwefelsäure auszustreuen.

Die Konservierung von 1 kg Stickstoff kostet somit 1 Mark. Wenn im schwefelsauren Ammoniak oder im Salpeter 1 kg Stickstoff 125 Pfennige kostet, so ist die Konservierung mit Schwefelsäure zu kostspielig, weil wir die vorhin erwähnten Übelstände, die durch den Gebrauch der Schwefelsäure entstehen, mit berücksichtigen müssen; wir haben ferner mit der Tatsache zu rechnen, daß im landwirtschaftlichen Betriebe ein Teil des durch Schwefelsäure konservierten Stickstoffs durch Undichtheiten der Düngerstätte oder der Jauchegrube in Verlust gerät, und erscheint es demnach empfehlenswerter, Stickstoffdünger zu kaufen, als den Mist mit Schwefelsäure zu übergießen. Der gekaufte Stickstoff kommt sicher aufs Feld. Welcher Anteil von dem durch die Säure konservierten Stickstoff aufs Feld gebracht wird, wissen wir bei dem Zustande unserer Düngerstätten und Jauchegruben nicht.

Ich möchte nicht unterlassen, eine angeblich vorteilhafte Eigenschaft des mit Schwefelsäure versetzten Sandes zu erwähnen, die allerdings mit der Erhaltung

des Stickstoffs im Dünger direkt nichts zu tun hat. Von Vibrans wurde darauf hingewiesen, daß das Gemenge von Sand mit Schwefelsäure ein Mittel sei, um die Maul- und Klauenseuche vom Gehöfte fern zu halten. Es sind zwar die Erreger der Maul- und Klauenseuche mit Sicherheit noch nicht aufgefunden, aber es dürfte sich doch wohl um irgend welche kleine Lebewesen handeln, die die Übertragung vermitteln. Die kleinen Organismen sind ausnahmslos gegen starke Säuren empfindlich, und ist es durchaus nicht unwahrscheinlich, daß diese Beobachtung auch für die nicht bekannten Erreger der Maul- und Klauenseuche zutrifft.

Vibrans behauptet, daß durch Anwendung des mit Schwefelsäure gemischten Sandes zur Einstreu in die Ställe, auf den gangbarsten Wegen des Hofes, an der Eingangspforte u. s. w. die Maul- und Klauenseuche nicht übertragen sei, trotzdem sie wiederholt im Dorfe vorhanden gewesen sei.

Keineswegs will ich behaupten, daß wir nun ein Universalmittel gegen diese böse Viehkrankheit besäßen, aber es lohnt sich doch vielleicht der Mühe, gegebenenfalls Versuche mit dem sauren Sande zu machen. Namentlich sind die Eingangswege zum Gehöft damit zu bestreuen, die Eingänge zu den Ställen, die Futtergänge, die Stallgassen. Es werde jeden Morgen der alte Mist vor der Entfernung aus dem Stalle mit dem sauren Sande bestreut, ferner der Stand der Kühe vor dem Aufschütten der neuen Streu. Ochsen und Pferde, die von der Arbeit heimkommen, sollen zunächst mit den Füßen durch Wasser gehen, damit an den feuchten Füßen der saure Sand nachher besser haftet. Die Mühe ist gering, der Erfolg vielleicht groß. Hoffmann gibt an, daß das Verfahren in stark verseuchten Gegenden der Provinz Sachsen, welche mit zahlreichen Zugochsen arbeiten, mit bestem Erfolge ausgeführt sei,[80]) trotzdem in den Nachbarhöfen die Menschen und die Tiere einer fortdauernden Ansteckungsgefahr ausgesetzt waren.

V. Der Kainit.

Bereits in den 60iger Jahren des vorigen Jahrhunderts wurde von Frank angegeben, daß das in den rohen Kalisalzen vorhandene schwefelsaure Magnesia vielleicht den Stickstoff des Stalldüngers besser konserviere, wie der damals allein gebrauchte Gips.[81])

Es sind viele Versuche damit gemacht, insbesondere hatte Holdefleiß den Dünger geradezu eingepökelt, indem er auf 100 Teile Mist 5 Teile Kainit verwendete.

Später schlug Holdefleiß vor, 2% Kainit dem Miste hinzuzusetzen,[82]) aber die Vorschläge haben sich durchaus nicht bewährt.

Der Verfasser hat die Wirkung des Kainits auch rein bakteriologisch geprüft und keinen Erfolg beobachtet. Hansen[83]) machte Konservierungsversuche in Ställen. Der Dünger wurde aufs sorgfältigste behandelt und waren die Verluste auf 100 Teile der ursprünglichen Substanz bezogen:

	Trockensubstanz %	Stickstoff %
Mist mit Kainit	17	14,4
„ ohne Kainit	17	11,5

Märcker hatte dem Stalldünger 2% Kainit zugesetzt und erntete[84]):

ohne Kainit . . 501 Doppelzentner Rüben und 314 Doppelzentner Kartoffeln.
mit „ . . 509 „ „ „ 316 „ „

In einem anderen Falle wurden bei Behandlung des Düngers mit und ohne Kainit gleiche Mengen von Kartoffeln und gleiche Mengen von Stärke geerntet.

Nach weiteren Beobachtungen von Maercker gingen während einer sehr langen, einer 7monatlichen Lagerung des Düngers verloren von der

	organischen Substanz %	vom Stickstoff %
ohne Kainit . . .	32	30
mit „ . . .	29	32

Die Erträge waren nach der Düngung für Zuckerrüben[85]):

	hochedle Rübensorte Doppelzentner Zucker	gewöhnliche Fabrikrübe Doppelzentner Zucker
ohne Kainit . . .	88	77
mit „ . . .	90	67

Von Pfeiffer sind Konservierungsversuche mit Kainit ausgeführt.[86]) Die aufgestellten Kühe erhielten ein gleichmäßiges Futter und als Einstreu für je 1000 kg Lebendgewicht täglich 10 kg Stroh. Der Dünger wurde in bester Weise in zementierten Gruben aufbewahrt. Die Versuche sind im Winter ausgeführt, es ist der Mist täglich herausgeschafft, und da man beim Einstreuen des Kainits im Stalle Störungen in der Gesundheit der Tiere befürchtete, wurde der Kainit (1,5 kg für je 1000 kg Lebendgewicht) täglich nach dem Herausschaffen des Düngers auf die Düngerstätte gleichmäßig verteilt.

Es gerieten in Verlust:	im Stalle beim täglichen Ausmisten	in der Düngerstätte nach dreimonatlicher Lagerung	zusammen
ohne Zugabe von Kainit beim Ausmisten	6,9	19,1	26,0
mit Kainit	7,6	21,5	29,1

Der Kainit war also wirkungslos geblieben.

Derartige Erfahrungen lassen noch mehrere sich mitteilen. Der Kainit ist kein Konservierungsmittel für den Stickstoff des Stalldüngers. Unvorteilhaft ist der Kainit, weil dieser die Zersetzung des Stalldüngers langsamer eintreten läßt. Es ist oft vorgekommen, daß der Mist beim Unterpflügen noch nicht hinreichend vergoren war und die Wirkung eine schlechte blieb. Ferner ist zu beachten, daß der Kainit, im Stalle angewendet, die Füße der Tiere erweicht. Auf der Düngerstätte ziehen alle rohen Kalisalze wässerige Flüssigkeiten an, und beschleunigen sie das Abfließen der Jauche aus dem Mist.

Der Kainit ist somit als Konservierungsmittel nicht zu gebrauchen, und tun wir besser, von allen Konservierungsmitteln für den Stalldünger Abstand zu nehmen, insbesondere von denjenigen Mitteln, welche früher und in neuerer Zeit

unter hochtönenden Namen den Landwirten angeboten werden. Falls solche überhaupt eine Wirkung auszuüben vermögen, sind sie ausnahmslos zu teuer.

Das „Ende vom Liede" ist also, daß die bisher genannten chemisch wirkenden Konservierungsmittel dem Landwirte nicht zu empfehlen sind; die Hauptsache bleibt die gute mechanische Pflege des Stalldüngers, und haben wir uns zu merken:[37])

Halt ihn feucht und tritt ihn feste,
Damit fährst du stets aufs beste.

c) Wie lange soll der Dünger auf der Düngerstätte lagern?

Diese Frage wird in den meisten Fällen dahin beantwortet, daß man den Dünger so lange liegen lassen soll, bis dessen unmittelbare Verwendung auf dem Felde möglich ist. Die Düngerstätte wird von vielen Landwirten nur als ein unvermeidlicher Aufbewahrungsplatz angesehen für die Zeit von dessen Erzeugung bis zur Verwendung auf dem Felde. Dies ist nicht richtig. Der Dünger unterliegt auf der Düngerstätte einer Gärung, und erhalten wir um so bessern Dünger, je besser die Gärung verlief. Wir haben nicht nur darauf zu achten, daß der Mist hier festgetreten und feucht gehalten wird, sondern wir müssen ihn auch zur richtigen Zeit fortschaffen, um einen Dünger von höchstem Wirkungswerte zu erhalten. Ein alter, verrotteter, speckiger Dünger ist nichts wert. Nach den Erfahrungen von Köster,[38]) denen ich vollkommen beipflichte, soll der Dünger nicht länger als 8—10 Wochen auf dem Hofe lagern, dann ist der notwendige Gärungsprozeß beendet und eine beschleunigte Fortsetzung desselben in dem bisherigen Tempo nicht wünschenswert. Man schaffe ihn nun aufs Feld, und wird in einem späteren Abschnitte angegeben, in welcher Weise der Dünger dort weiter zu behandeln ist.

8. Die Jauche.

Die Jauche entsteht aus dem Harn der landwirtschaftlichen Nutztiere. Dieser wird von gewissen Bakterien in der Weise zersetzt, daß aus dem Harnstoff kohlensaures Ammoniak sich bildet, welches infolge der alkalischen Beschaffenheit desselben lösend auf eine Anzahl von Bestandteilen des Kotes und der Einstreu wirkt. Die Jauche enthält neben ursprünglichen Harnbestandteilen auch andere zum Teil stark gefärbte organische Stoffe.

Der Harn der landwirtschaftlichen Nutztiere und besonders der Harn der Herbivoren ist sehr arm an Phosphorsäure, da dieser in der Nahrung aufgenommene Bestandteil vorzugsweise durch den Kot zur Ausscheidung gelangt. Im Harn sind wechselnde Mengen von Kali und Stickstoffverbindungen enthalten.

Auf Seite 47 gab ich an, daß der Harn in runden Zahlen ausgedrückt in einem Liter enthält: Harn vom Schaf 20 g, vom Rind 15 g, vom Pferd 15 g und vom Schwein 5 g.

Schon vor längerer Zeit wies Henneberg nach,[39]) daß die Art des Futters einen sehr großen Einfluß auf die Zusammensetzung des Harns hat. Bei einem

proteinarmen und andererseits bei einem an Protein sehr reichen Futter schwankten die Zahlen für Stickstoff von 5—17,5 g in einem Liter des Rindviehharns.

Bei Schafen kann man Unterschiede von 15—25 g Stickstoff beobachten und in gleicher Weise sind auch die diesbezüglichen Zahlen für Kali recht ungleich. Wir können annehmen, daß der Kaligehalt im Harn des Rindviehes von 15—25 g, im Harn des Schafes von 20—25 g im Liter schwankt. Für den Pferdeharn liegen nicht sehr viele Untersuchungen vor und dürfte der Durchschnitt zu 15 g Stickstoff und 16 g Kali anzunehmen sein.

Die Jauche hat eine ganz andere Zusammensetzung als der Harn. Ein Teil des Stickstoffs verdunstet in Form von Ammoniak, ein anderer Teil des Stickstoffs wird im freien Zustande in die Luft entweichen, es werden organische Stoffe aus dem Kot und der Einstreu aufgenommen, es tritt Regenwasser, leider in oft erheblichen Mengen, hinzu, wenn der Dünger auf dem Hofe lagert, und ist es daher unmöglich, aus der Zusammensetzung des Harns, den ein Tier ausscheidet, irgend welche Schlüsse auf die Eigenschaften der Flüssigkeit machen zu wollen, welche später in der Jauchegrube sich ansammelt, zumal die ehemaligen Harnbestandteile der Jauche von sehr verschiedenen Gattungen landwirtschaftlicher Nutztiere und von Tieren ungleichen Alters herstammen.

Durchblättern wir die landwirtschaftliche Literatur, so finden wir auffallenderweise nur äußerst wenige Angaben über Untersuchungen und die Zusammensetzung der Jauche. Es ist dringend wünschenswert, daß die Angaben vervollständigt werden, zumal zu hoffen ist, daß der Gehalt der Jauche an wertgebenden Bestandteilen uns Anhaltspunkte bei der Beantwortung der Frage gibt, ob die Aufbewahrung und die Behandlung des Stalldüngers auf dem Hofe eine gute ist. Fehlt es in der Jauche an Stickstoff, so wird vielleicht die Lagerung des Düngers eine zu lockere gewesen sein, die Luft hatte reichlichen Zutritt, die Zersetzung der Stickstoff-Verbindungen ist zu weit vorgeschritten, unter Entweichen von freiem Stickstoff.

Fehlt es gleichzeitig an Kali, so werden wir vielleicht daraus entnehmen können, daß eine unnötige Verdünnung der Jauche durch Wasser geschah, und sind dann, ebenso wie im ersteren Falle, die Ursachen aufzuklären; wir müssen nachforschen, ob eine zu reichliche Menge von Regenwasser auf die Dungstätte fiel. Haben wir durch einen Regenmesser die Regenhöhe ermittelt, so läßt diese Frage leicht sich beantworten. Sehr häufig wird die Verdünnung dadurch eintreten, daß Hofwasser auf die Dungstätte sich ergoß, oder daß vielleicht Grundwasser in die undichte Jauchegrube eindrang, die Jauche verdünnte, aber andererseits konnte die Jauche aus der Eingangspforte für Grundwasser ins umliegende Erdreich wieder austreten.

Ich halte es für wahrscheinlich, daß man durch eine von Zeit zu Zeit ausgeübte Kontrolle des Gehaltes der Jauche an Stickstoff und an Phosphorsäure wichtige Anhaltspunkte über die Beantwortung der Frage wird erhalten können, ob die Behandlung und die Aufbewahrung nicht nur der Jauche, sondern auch diejenige des Düngers auf dem Hofe in ordnungsmäßiger Weise geschah.

Bevor derartige Schlußfolgerungen sich werden ziehen lassen, müssen wir zunächst eine Grundlage haben, von der wir ausgehen. Wir müssen wissen, welchen Gehalt an den beiden wertgebenden Bestandteilen dürfen wir erwarten? Und hierzu ist es wieder nötig, daß wir beachten, wie viele und welche Arten von Tieren nehmen an der Düngerproduktion teil, werden diese stickstoffarm oder stickstoffreich gefüttert, erhalten sie im Futter viel oder wenig Kali? Wie lange lagerte der Dünger, wie war die Regenhöhe, die Luftwärme und dergl.? Ich verkenne nicht die Schwierigkeit, hier zutreffende Grundlagen zu finden, weil verschiedene Umstände in Betracht kommen; aber ich meine, wir sollten mit den Vorarbeiten zu solchen Ermittelungen nicht länger warten.

Wir leben im Zeitalter der Bakterien, wir erkennen immer mehr die Nützlichkeit der kleinen Lebewesen für den ganzen landwirtschaftlichen Betrieb und insbesondere für die Erzeugung der Gare, für die Steigerung der Fruchtbarkeit des Bodens. Im Stallmist haben wir ein Material, durch welches wir dem Boden neue nutzbringende Bakterien zuführen und gleichzeitig Nahrung für die im Boden lebenden Bakterien im allgemeinen, kurzum, der Stalldünger ist von außerordentlicher Wichtigkeit. Die Zeiten, in denen man den Stallmist mit Geringschätzung betrachtete und alles Heil von den Handelsdüngstoffen erwartete, sind für immer vorüber, je mehr und je bessern Stalldünger wir aufs Feld bringen können, desto mehr steigt die Fruchtbarkeit der Felder.

Betrachten wir andererseits die Beschaffenheit der Düngerstätten und der Jauchegruben, so müssen wir sagen: „hier liegt der Hund begraben", oder auf lateinisch: „Hic Rhodus, hic salta". Verbesserungen im landwirtschaftlichen Betriebe fange man damit an, daß die Behandlung und die Aufbewahrung des Stallmistes eine den Erfahrungen der Praxis und den Erklärungen der Wissenschaft entsprechende ist. Leider bestehen in dieser Hinsicht sehr große Mißstände. Auch in den größeren landwirtschaftlichen Betrieben findet man hin und wieder Zustände, die im 20. Jahrhundert nicht mehr vorkommen sollten.

Nach Angabe der Düngerlehre von Emil Wolff, welche bekanntlich Jahrzehnte hindurch gewissermaßen der Leitstern für die praktischen Landwirte gewesen ist, enthält die Mistjauche durchschnittlich in einem Liter 1,5 g Stickstoff, 4,9 g Kali, 0,1 g Phosphorsäure.

In einem anderen sehr beachtenswerten Buche, in Heidens Düngerlehre (Auflage von 1866), finden wir auf Seite 98 des zweiten Bandes bezeichnenderweise nur zwei von Völcker in England ausgeführte Analysen von Jauche. Weitere Angaben sind in jenem ehemals bedeutenden Buche nicht gemacht. Die Bestandteile wurden von Heiden in englischem Gewicht angegeben (als englische Grains in Gallonen enthalten). Man berechnet hieraus folgenden Gehalt in einem Liter:

	I.	II.
Stickstoff	0,6 g	0,6 g
Kali	2,3 „	3,4 „

Die erstere Flüssigkeit war aus einem verrotteten Dung abgeflossen, der von Pferden, von Mastochsen und von Schafen herrührte, die andere stammte von ganz frischem Pferde-, Kuh- und Schweinemist her.

Eine annähernd gleiche Zusammensetzung ergab eine Analyse von Zöller, mitgeteilt in dem Buche von Liebig: „Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur (Bd. I, 1862, S. 430).

Adolf Mayer macht in seiner „Agrikulturchemie" Bd. II, S. 206, folgende, mit den Wolff'schen Zahlen fast genau übereinstimmende Angaben: Stickstoff 1,6 g, Kali 4,9 g, Phosphorsäure 0,1 g.

Aus der neueren Zeit liegen von Pfeiffer,[40]) eine Anzahl von Untersuchungen frischer und alter Jauche vor. Es waren Milchkühe gefüttert. Die frisch abfließende Jauche ist täglich untersucht und schwankten die ermittelten Zahlen: für Stickstoff von 4,1 bis 6,6 g in einem Liter, für Kali von 9,0 bis 13,1 g. In der alten Jauche ist gefunden 0,56 g Stickstoff und 1,71 g Kali.

Die auffällig niedrige Zahl für Stickstoff fand ihre Erklärung durch den Eintritt von Grundwasser in die Jauchegrube. Zwischen der Düngergrube und dem Jauchebehälter war ein Riß im Mauerwerk entstanden. Die Zahl für die alte Jauche ist demnach nicht als normal anzusehen.

Bei einer anderen Versuchsreihe von Pfeiffer war Superphosphatgips zum Konservieren des Düngers benutzt. Die täglich vorgenommenen Untersuchungen der ganz frischen Jauche ergaben Schwankungen von 5,0 bis 7,4 g Stickstoff und 10,6 bis 13,7 g Kali. Nach dem Lagern des Düngers wurde in der Jauche wieder gefunden: 2,3 g Stickstoff und 14,6 g Kali.

Ferner wurden von Pfeiffer Versuche gemacht, bei denen Kainit als Konservierungsmittel für den Stalldünger verwendet ist. Der Stickstoffgehalt der frischen Jauche schwankte an den einzelnen Tagen von 4,1 bis 8,3 g Stickstoff und von 8,4 bis 13,4 g Kali. Nach dem Lagern des Düngers ist in der Jauche wieder gefunden: 2,94 g Stickstoff und 14,1 g Kali.

Bei den beiden zuletzt erwähnten Versuchen war der Dünger in bester Weise in gut zementierten Gruben 3 Monate lang aufbewahrt gewesen. Die Zusätze von Kainit und Superphosphat (1,5 bezw. 2,0 kg für je 1000 kg Lebendgewicht) waren wirkungslos geblieben.

Die Wolff'schen Zahlen habe ich in der Düngertabelle des landw. Kalenders von Mentzel und Lengerke im Jahre 1900 unverändert aufgenommen, da keine neueren Erfahrungen und Analysen bekannt gegeben waren. Eine Anzahl von Untersuchungen der Jauche, die ich dann in Schlesien vornahm, ergaben recht schlechte Ergebnisse, der Gehalt an Stickstoff betrug annähernd nur 1 g im Liter, bisweilen nur $^1/_2$ g, indes waren die Anzahl dieser Untersuchungen eine nur beschränkte und konnten sie daher auf Durchschnittszahlen keinen Anspruch machen.

P. Wagner veröffentlichte dann Untersuchungen von 51 Proben von Jauche, die aus landwirtschaftlichen Betrieben in Hessen entnommen waren. Diese ergaben im Durchschnitt 2,2 g Stickstoff und 4,6 g Kali in einem Liter. Vergleichen wir diese Zahlen mit den früheren Angaben von Wolff, so finden wir

einen Mindergehalt von 0,3 g Kali und einen Mehrgehalt von 0,7 g Stickstoff. Ich lasse dahin gestellt, ob Wolff eine ebenso große Zahl von Analysen der Jauche ausführte, wie Wagner und demgemäß die Wolff'schen Ziffern mit gleichem Rechte als Durchschnittszahlen zu betrachten sind. Jedenfalls dürfte aber aus den Angaben hervorgehen, daß von den hessischen Landwirten die Konservierung des Stickstoffs im Stalldünger besser ausgeführt wird, als von denjenigen, welche das Material zu den ehemaligen Untersuchungen von Wolff geliefert hatten.

Übrigens sind die Schwankungen, welche Wagner beobachtete, recht große. Der Gehalt an Stickstoff betrug in einem Falle nur 0,7 und in einem anderen Falle 6,1 g in einem Liter. Von den untersuchten 51 Proben enthielten:[41])

23	Proben	weniger als	2	g	Stickstoff,	im Durchschnitt	1,4
17	„	zwischen	2—3	„	„	„	2,5
4	„	„	3—4	„	„	„	3,8
4	„	mehr als	4	„	„	„	4,9.

An Kali enthielt die daran ärmste Probe 1,6 g, die daran reichste 10,8 g.

23	Proben	hatten	weniger als	4 g,	durchschnittlich	3,0 g	in 1 l
18	„	„	4—6	g,	„	5,1 „	„ 1 „
8	„	„	6—8	„	„	6,7 „	„ 1 „
2	„	„	mehr als	8 g,	„	10,1 „	„ 1 „.

Wagner berechnet den Wert der Jauche nach Maßgabe der ausgeführten Untersuchungen und auf Grund der damals in Hessen gültigen Preise für Handelsdünger, in denen 1 kg Kali 20 Pfg. und 1 kg löslichen Stickstoffs 120 Pfg. kostete. Hiernach hatte die schlechteste Jauche einen Wert von 1 Mk. 15 Pfg. für je 1000 l und die beste einen solchen von 7 Mk. 85 Pfg.

Nun ist es selbstverständlich, daß man den wirklichen Wert der Jauche nicht ausschließlich nach dem Gehalte an Kali und Stickstoff bemessen kann; es sei nur daran erinnert, daß auch die zahllosen Bakterien, welche in der Jauche leben, ohne Zweifel einen vorteilhaften Einfluß auf den Fruchtbarkeitszustand des Feldes auszuüben vermögen, nachdem die Jauche entweder allein, oder mit dem Mist in den Boden gebracht war. Ferner, daß die Kalisalze der Jauche den Boden in physikalischer Hinsicht nicht ungünstig beeinflussen, wie solches von rohen käuflichen Kalisalzen für den schweren Boden bekannt ist. Wir können daher die Bestandteile der Jauche nicht in einen direkten Vergleich mit dem Kali und dem Stickstoff der üblichen Handelsdünger stellen, die Jauche ist mehr wert. Aber die Tatsache geht aus der Zusammenstellung von Wagner unzweifelhaft hervor, daß der Wert der Jauche ein sehr wechselnder ist und der Landwirt alle Ursache hat, die geeigneten Maßregeln zu treffen, um diese Flüssigkeit vor Verlusten an Wertbestandteilen zu schützen. Wir können aus den von Wagner angegebenen Zahlen entnehmen, daß in vielen landwirtschaftlichen Betrieben manches Markstück in Form von Jauche vom Hofe auf die Straße rollt, welches Geld ein rechnender Landwirt nicht verlieren sollte.

Ich komme nochmals auf die Untersuchungen von Wagner zurück und hebe hervor, daß das Verhältnis von Kali zu Stickstoff in der Jauche selbstverständlich kein gleichbleibendes sein kann. Wir füttern kaliarme und kalireiche Gewächse. Werden die Futterfelder oder die Wiesen mit Kainit und mit Thomasschlacke gedüngt, so wird der Harn der Tiere, welche das Grün- oder Trockenfutter fressen, reicher an Kali, dieses geht in den Mist und in die Jauche über. Düngen wir die Rüben mit Kali, bauen wir Getreidearten mit steiferen Halmen an, so sind auch die Rüben und Strohhäcksel reich an diesem Bestandteil, und erhalten wir eine an Kali reiche Jauche.

Ähnlich ist es mit dem Stickstoff. Füttern wir größere Mengen von Protein, so geht ein wesentlicher Teil des darin enthaltenen Stickstoffs in den Harn über. Dieser kann aber bei nachlässiger Aufbewahrung des Düngers zum großen Teile wieder entweichen. Alle diese Ursachen bedingen, daß das Verhältnis zwischen Stickstoff und Kali in der Jauche ein sehr wechselndes ist. Wagner fand bei seinen Untersuchungen durchschnittlich ein Verhältnis von 100 Teilen Kali zu annähernd 50 Teilen Stickstoff, indes schwankten diese Zahlen für Stickstoff von 26—72.

Nach meiner Ansicht könnten Untersuchungen von Jauche, wenn solche systematisch in allen Teilen Deutschlands nach einem gleichen Programm ausgeführt, der Wert der Jauche in Mark und Pfennigen ausgedrückt und die Zahlen in den landwirtschaftlichen Vereinsblättern veröffentlicht würden, ein wirksames Mittel sein, um die Landwirte auf eine zweckmäßigere Behandlung des Stalldüngers und der Jauche hinzuweisen.

Sache der landwirtschaftlichen Körperschaften und der Beamten derselben müßte es sein, in dieser Hinsicht tatkräftig einzugreifen. Ergiebt eine Untersuchung auffällig niedrige Zahlen für Kali und Stickstoff, so forsche man nach den Ursachen. Vertrauensmänner, welche vom landw. Verein, von der Landwirtschaftskammer oder von anderen Körperschaften ernannt sind, würden die Beschaffenheit der Dungstätten und der Jauchegruben zu untersuchen haben, als Berater der einzelnen Landwirte aufzutreten, Ratschläge über die bessere Behandlung des Düngers geben, ferner über die Fütterung und andere die Beschaffenheit des Düngers beeinflussende Umstände. Es würde sich empfehlen, eine derartige Kontrolle, welcher die einzelnen Landwirte freiwillig sich unterziehen, von Zeit zu Zeit zu wiederholen.

In jedem ordnungsmäßig geführten technischen Betriebe wird eine nur bisweilen oder fortlaufend ausgeübte Betriebskontrolle als etwas selbstverständliches betrachtet, auch die Landwirte lassen die Handelsdüngemittel, die käuflichen Futterstoffe, die Sämereien, die Maschinen beim Ankauf untersuchen.

Würde es nicht zweckmäßig sein, die Betriebskontrolle in der eigenen Wirtschaft etwas weiter als bisher auszudehnen? Unzweifelhaft werden wir dahin gelangen, und zwar je eher desto besser, Kontrollvereine bezüglich der Leistungsfähigkeit der Milchkühe nach dänischem Muster ins Leben zu rufen. Ich meine, es wäre auch dringend not, Kontrollvereine zur Beaufsichtigung der Dünger-

stätten und der Jauche in dem von mir vorstehend angedeuteten Sinne zu gründen.

Unendlich viel könnte durch derartige kleine Mittel geschehen, um den Betrieb der Landwirtschaft rationeller zu gestalten. Es war nicht richtig, daß man Jahrzehnte hindurch die Hebung der Ertragsfähigkeit der Felder meist mit Predigten über die reichliche Anwendung der Handelsdünger begonnen hat, nicht dort liegt der Angriffspunkt zu Verbesserungen, sondern dieser ist zunächst in der Düngerstätte und in der Jauchegrube des einzelnen Landwirts zu suchen.

Die Belastung, welche die landwirtschaftlichen Versuchsstationen durch die Ausführung von jährlich einigen hundert Jaucheuntersuchungen erfahren kann nicht hoch veranschlagt werden, gegenüber dem Nutzen, den der einzelne, rechnende und denkende Landwirt dadurch haben würde. Wie vorteilhaft wäre es ferner, wenn die Wanderlehrer an der Hand der ziffermäßigen Nachweise über die Beschaffenheit der Jauche dem einzelnen Landwirt Belehrungen über Verbesserungen auf dem Hofe geben könnten. In solchen Gegenden, in denen die Behandlung des Düngers im allgemeinen eine recht nachlässige ist (und deren gibt es noch genug in Deutschland), beschränke man sich vielleicht zunächst darauf, eine von Zeit zu Zeit zu wiederholende Kontrolle der Düngerstätte und der Jauchegrube auszuüben, wenn die erste Untersuchung weniger als 3 g Kali oder weniger als 1,5 g Stickstoff in einem Liter der Jauche ergab.

In anderen Gegenden, in denen die Landwirtschaft im allgemeinen auf einer höheren Entwicklungsstufe steht, wird eine wiederholte Kontrolle vielleicht erst dann erforderlich sein, wenn weniger als 4 g Kali oder 2 g Stickstoff vorhanden waren. Die Hauptsache ist, daß nicht nur eine Untersuchung ausgeführt wird, sondern daß die berufenen Vertreter der Landwirtschaft bei den nachlässigen Landwirten erzieherisch tätig sind. Bei unartigen Kindern macht die Erziehung mehr Mühe, als bei anderen, man hat mehr zu erinnern, mehr zu strafen als bei anderen. Die einsichtsvolleren Berufsgenossen sollten durch die geeigneten Organe (Landwirtschaftsgesellschaft, Landwirtschaftskammern, landw. Vereine, Versuchsstationen, Wanderlehrer u. s. w.) die Erziehung insbesondere derjenigen Landwirte übernehmen, welche eine solche am meisten nötig haben. Die Beschaffenheit der Düngerstätte und der Jauchegrube bietet einen offenkundigen Maßstab für die Intelligenz und die richtige Bewirtschaftung eines Landgutes, sowie für die Ordnung, Sparsamkeit und das Verständnis des Besitzers.

In dieser Hinsicht ist noch unendlich viel zu verbessern und möchte ich anheim geben, ob die Gründung von Dünger-Kontrollvereinen im Sinne der vorstehenden Ausführungen nicht einem wirklichen Bedürfnisse entspricht. Vielleicht dürfte es sich empfehlen, die Tätigkeit der Milch-Kontrollvereine zugleich auf dieses Gebiet mit auszudehnen.

9. Tief- und Laufställe.

Aus dem Inhalte der bisherigen Abschnitte haben wir ersehen, daß der Stalldünger vom Beginn der Erzeugung bis zur vollendeten Gärung auf der Düngerstätte vielfachen Verlusten ausgesetzt ist.

Von den wertgebenden Bestandteilen verschwindet insbesondere ein großer Teil des Stickstoffs, wenn der Dünger auf der Düngerstätte nicht sehr fest lagert und nicht hinreichend feucht gehalten wird. Das Hinausschaffen des Düngers aus dem Stalle, die sorgfältige Pflege desselben auf dem Hofe kostet viel Mühe und Arbeitslohn und erfordert eine beständige Beaufsichtigung seitens des Besitzers. Durch alt gewohnte Sitten ist das Arbeitspersonal sehr schwer daran zu gewöhnen, den Mist als etwas wertvolles zu betrachten, welches der besonderen Aufsicht und Pflege bedarf.

Ferner kostet die Einrichtung und die Unterhaltung der Düngerstätte recht viel Geld, wenn diese in vollem Maße ihrem Zwecke entsprechen soll. Hat man dies alles in Ordnung, so liegt eine beständige Gefahr vor, daß die Jauchegrube undicht wird, namentlich durch die Einwirkung des Frostes im Winter. Die meisten Jauchegruben sind, wenn sie einige Jahre lang im Gebrauch waren, nicht mehr dicht. Der Besitzer merkt den Schaden nicht. Ein völliger Ablaß der Jauche und eine gründliche Untersuchung des Zementverputzes durch den Maurer unterbleibt, es ist schwer die undichte Stelle zu finden, und es wandert manches Markstück für das in der Jauche enthaltene Kali und Stickstoff auf Nimmerwiedersehen in den Untergrund des Hofes, während der Besitzer ebenso viele Markstücke aus der Tasche nehmen muß, um den Düngerhändler für den gelieferten Salpeter und das gelieferte Kalisalz zu bezahlen.

Auch die humusbildenden Stoffe verschwinden aus dem Stalldünger in zu reichlichem Maße, wenn dieser sehr lange auf dem Hofe liegt und zu sehr „sich verzehrt", wenn Wind und Wetter, Regen und Sonnenschein die Verrottung des Mistes zu weit treiben. Der Landwirt, welcher den Stalldünger auf dem Hofe ordentlich in der Weise behandelt, daß er den *höchsten* Nutzen durch die spätere Anwendung des Düngers erhoffen darf, hat demnach eine beständige Sorge.

Aller dieser Sorgen kann man enthoben werden, wenn man sich entschließt, den Dünger im Stalle unter den Tieren liegen zu lassen, durch die Anlage von Tief- oder Laufställen. Es fällt dann fort: die Düngerstätte, die Jauchegrube, die Jauchepumpe, das Jauchefaß, das Ausmisten und die Behandlung des Düngers auf dem Hofe. Bei der Umwandlung eines bestehenden gewöhnlichen Stalles in einen Tief- und Laufstall kommt neu hinzu: die Vertiefung der Sohle des Stalles, die Anschaffung von verstellbaren Krippen, die Veränderung der Futtergänge und Vorrichtungen für eine sorgfältige Ventilation des Stalles.

Die Ventilation ist recht oft falsch angebracht. Hin und wieder findet man in den Tiefställen oben große Dunstschlote angebracht, welche die warme Luft auf den Futterboden führen und von hier sind wieder Öffnungen zum Dachfirst hinaus angebracht. Dies ist nicht richtig. Durch die Dunstschlote entweicht zwar die warme Luft und verschlechtert das Heu, aber der schädliche Bestandteil, welcher bei der Gärung des Mistes sich bildet, wird auf diese Weise nur unvollkommen beseitigt. Dieser Stoff ist die Kohlensäure. Dieselbe ist schwerer als die atmosphärische Luft, sie sammelt sich vorzugsweise in der Luftschicht über dem Dünger an. Sie wird allerdings durch die Wärme, welche im Miste sich bildet,

mit dem Luftstrome zum Teil nach oben getrieben, aber es ist zweckmäßig auch für die Anlage von Ventilationsöffnungen zu sorgen, die nicht sehr tief liegen. Man lasse die Fenster nicht zu hoch anbringen und so einrichten, daß sie ohne Mühe ganz oder teilweise schnell zu öffnen sind. Unter den Fenstern bringe man verstellbare Ventilationseinrichtungen an, um, namentlich im Sommer, wo die Gärung des Düngers eine beschleunigte und die Wärme im Stalle eine höhere ist, von unten kühlere Luft zuströmen zu lassen, welche die Kohlensäure, die über dem Mist lagert, verdrängt.

Die Kosten solcher Veränderungen sind nicht unerhebliche und muß der Besitzer gründlich sich überlegen, ob er in der Lage ist die Veränderung sich leisten zu können. Ist die Düngerstätte schadhaft und einer größeren Reparatur bedürftig, desgleichen die Jauchegrube, hat man Mangel an wirklich zuverlässigem Personal, welches die Pflege des Düngers in richtiger Weise überwacht, hat man Grund, eine Veränderung des Stalles oder der Düngerstätte vorzunehmen, dann kann es nicht zweifelhaft sein, daß die Einrichtung eines Tiefstalles sehr großen Vorteil bietet.

Tiefställe findet man in gewissen Gegenden von Deutschland sehr häufig, in anderen selten. Sie sind schon seit langer Zeit im Gebrauch, indes wurde erst in den letzten Jahren seitens der Vertreter der Wissenschaft auf die großen Vorzüge hingewiesen, welche dieselben tatsächlich besitzen, so daß derjenige, welcher einen neuen Stall bauen will, darüber gar nicht in Zweifel sein darf, daß der Tiefstall das zweckmäßigste Verfahren ist, um einen guten Stalldünger mit Aufwand von möglichst geringen Unkosten zu erzeugen.

Es würde mich zu weit führen, wenn ich auf die technische Einrichtung von Laufställen näher eingehen wollte. Wer keine Gelegenheit hat, bei Nachbaren über die Einrichtungen eines solchen Stalles Auskunft zu erhalten, wende sich an die Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft in Berlin. Auch in landwirtschaftlichen Zeitschriften sind hin und wieder Angaben hierüber zu finden.[42])

Man hat zwei verschiedene Einrichtungen in Tiefställen. Entweder bleiben die Krippen stets an derselben Stelle stehen, und können sie höher gestellt werden, sobald der Dünger so weit aufgeschichtet wurde, daß eine Höherstellung der Krippen erforderlich erscheint. In diesem Falle bewegen sich die Tiere frei im Stalle und kommen nur zur Fütterung an die Krippe. Der Mist wird auf diese Weise überall gut und gleichmäßig festgetreten, aber andererseits ist der Nachteil damit verbunden, daß die Tiere unruhiger sind, namentlich zur Zeit der Fütterung, und einander sich beschädigen können. Das Anlegen der Tiere an eine Kette während des Fütterns und des Melkens ist zeitraubend und lästig und wurde neulich von Schönbohm[43]) ein Vorschlag gemacht, der vielleicht sich bewähren kann. Hiernach werden die Kühe während des Melkens und des Fütterns in einfacher Weise an der Fortbewegung gehindert. Zwischen zwei Säulen, am besten von Eichenholz, ist ein hölzernes Gitter angebracht, welches oben und unten zwei stärkere Balken und eine Anzahl von Stäben hat, die am besten aus Eisen bestehen. Man wird, wenn man in der Nähe einer Stadt

wohnt, dazu alte Gasleitungsröhren, die auf eine bestimmte Länge geschnitten wurden, billig kaufen können. Einige der Stäbe sind, wie aus der Zeichnung ersichtlich, beweglich, sie können, bei gemeinsamer Führung, in die punktiert angedeutete Lage gebracht werden. Dann ist die Öffnung so weit, daß die Kuh den Kopf hindurch

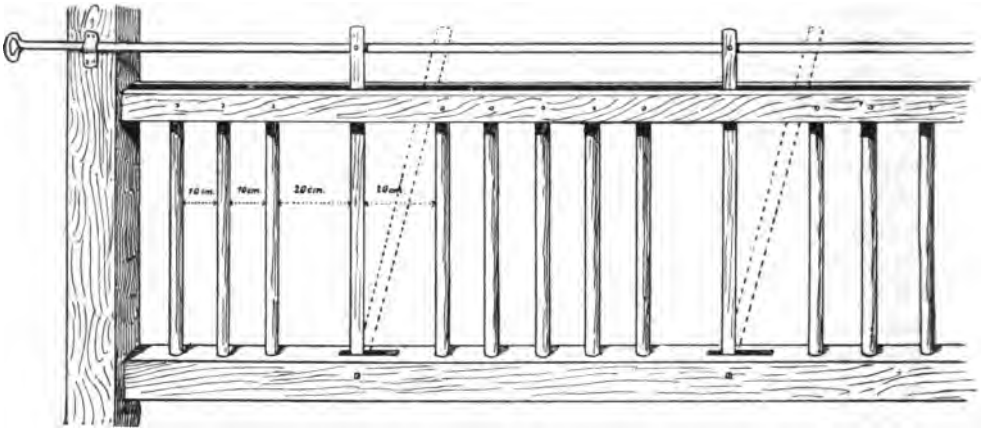

Fig. 16. Werkzeichnung zu einer Befestigungsvorrichtung der Kühe im Laufstall. (Die Skizze stellt die Vorrichtung in geschlossener Stellung dar, die geöffnete ist durch punktierte Linien angegeben).

stecken kann, und nun zur Krippe gelangt. Die Kühe können mit den Köpfen nicht zurück, sie belästigen sich nicht gegenseitig, fressen ruhig und verschleudern kein Futter im Stalle. Durch einen einzigen Griff können eine Anzahl von Kühen fest gemacht und später wieder in Freiheit gesetzt werden.

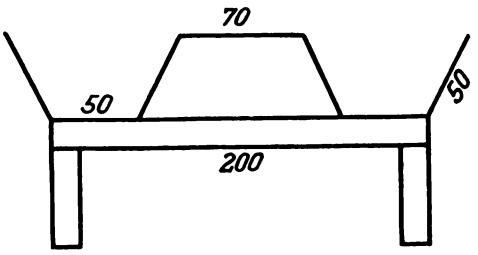

Fig. 17. Querschnitt der beweglichen Futterkrippe.

Ich habe zwar über diese Vorrichtungen selbst keine Erfahrung gesammelt, halte aber einen Versuch für nachahmenswert. Auch zur Fütterung von Jungvieh dürfte dasselbe sich empfehlen, um zu veranlassen, daß das Jungvieh ruhig und ungestört fressen kann.

Bei einem anderen und weiter verbreiteten Verfahren sind die Krippen in den Tiefställen nicht feststehend, sondern, in ähnlicher Weise wie Schafhorden, tragbar. Diese Krippen werden wöchentlich an eine andere Stelle des Stalles gestellt und dadurch ermöglicht, daß der Dünger überall im Stalle festgetreten wird. Die Kühe sind festgebunden. Man nimmt Doppelkrippen, welche durch ein ungefähr 70 cm breites Brett miteinander verbunden sind.

Eine andere Form von Krippen für Tiefställe ist die nachstehend abgebildete. In der Mitte befindet sich ein Futtergang. Die nähere Einrichtung ersehe man aus der Originalmitteilung.[44])

Die Krippen sind entweder aus Holz oder besser aus glasiertem Ton oder aus emalliertem Eisen hergestellt. Hölzerne Krippen lassen sich nicht genügend rein halten, besonders dann nicht, wenn man Melasse, Schlempe, Treber u. s. w. füttert.

Bei der Anlage eines Tiefstalles lasse man den Boden bis auf eine Tiefe von 1 m 25 cm ausschachten, pflastern und gut mit Zement verstreichen. Auf eine zweckmäßige Einrichtung zum Abzuge von schlechter (d. h. Kohlensäure enthaltender) Luft ist besondere Rücksicht zu nehmen. Leider findet man oft Ställe, welche in dieser Hinsicht als sehr mangelhaft eingerichtet bezeichnet werden müssen.

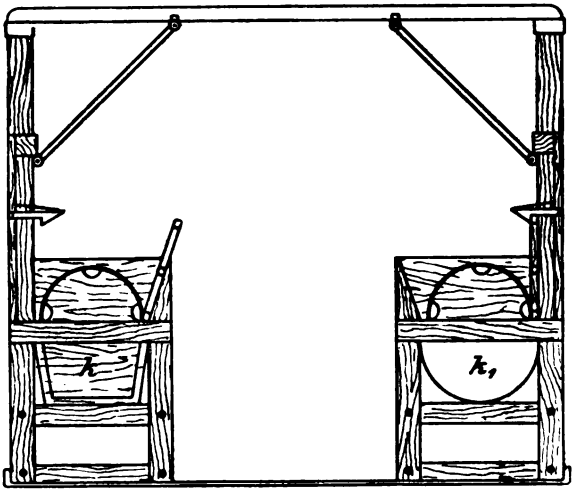

Fig. 18. Querschnitt eines Krippenverschlusses. k Krippe von Holz. k_1 Krippe von Eisen.

Für eine gleichmäßige Beschaffenheit des im Tiefstalle erzeugten Düngers ist es wichtig, das Stroh im geschnittenen Zustande und nicht als Langstroh zu verwenden. Eine sehr einfache Vorrichtung hierzu zeigt Fig. 19.[45])

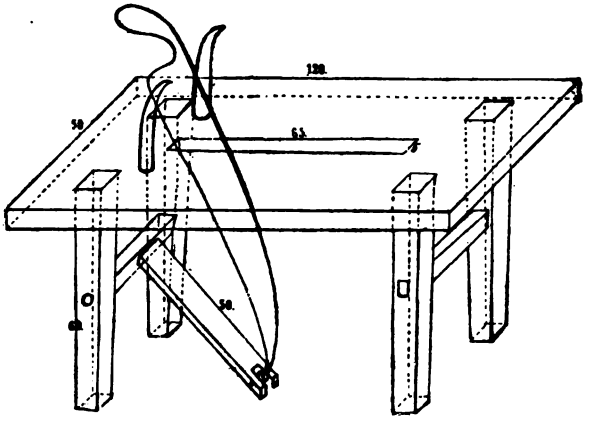

Fig. 19. Einfacher Streustrohschneider.

Ich habe bereits an anderer Stelle darauf hingewiesen, daß das zerschnittene Stroh mehr Feuchtigkeit auffaugt und bei dessen Verwendung das Lager für die Tiere besser geebnet werden kann. Man nimmt Stroh, welches eine Länge von 20 bis höchstens 30 cm hat. Der Dünger liegt fester, wenn das Stroh geschnitten war, und ist die feste Lagerung, die gleichmäßige und hinreichende Durchfeuchtung von größter Wichtigkeit für die gute Beschaffenheit des im Tiefstalle gewonnenen Düngers. Man sei im Tiefstalle nicht zu ver-

schwenderisch mit der Streu, der Mist wird dann nicht genügend feucht und bringt die atmosphärische Luft in diesen tiefer ein. Dies muß vermieden werden, der Dünger soll „fest und feucht" lagern.

Andererseits ist aber darauf zu achten, daß die Kühe stets ein trockenes Lager haben. Man wird, wenn nötig, den feuchten Mist am hinteren Stande der Kühe von Zeit zu Zeit fortnehmen und durch trockene Einstreu ersetzen. Eine gleichmäßige Verteilung des feuchten und des trockenen Düngers läßt sich leicht ausführen, wenn das Stroh geschnitten ist.

Hat man trocknen Streutorf billig zur Verfügung, so unterlasse man nicht mit diesem die Sohle des Tiefstalles zu belegen und Stroh darüber zu bringen. Der Torf saugt die austretende Jauche auf.

10. Die Beschaffenheit des Tiefstalldüngers.

Der Tiefstalldünger wird seit hundert Jahren als der beste Dünger gerühmt, und zwar mit vollem Recht. So sagt schon Thaer in seinen „Grundsätzen der rationellen Landwirtschaft" über die Aufbewahrung des Mistes im Stalle folgendes:

„Man ist überzeugt, auf diese Weise einen weit wirksameren Dünger zu erhalten, indem er hier mit seiner natürlichen Feuchtigkeit und bei geringem Zutritte der atmosphärischen Luft sich zu zersetzen anfängt, durch Ausdünstung wenig oder gar nichts verliert, und selbst die niedergeschlagenen Ausdünstungen des Viehes wieder aufnimmt. Dies hat seine vollkommene Richtigkeit und die dagegen von manchen geäußerte Besorgnis, daß die Ausdünstungen desselben dem Viehe nachteilig sein möchten, sind unbegründet. Man bemerkt in solchen Ställen keinen widrigen Geruch und die Luft bleibt sehr respirabel". Auch andere landwirtschaftliche Schriftsteller rühmen die guten Eigenschaften des im Tiefstalle erzeugten Düngers. In neuerer Zeit wurde namentlich durch M. Märcker der wissenschaftliche Nachweis erbracht, daß die gute Meinung, die man über den Tiefstalldünger hatte, vollkommen begründet ist.

In der Versuchswirtschaft zu Lauchstädt wurden 12 Mastochsen in einem Tiefstalle aufgestellt und eine gleiche Anzahl von Ochsen in einem gewöhnlichen Flachstalle.[46]) Aus dem Flachstalle ist der Dünger alle zwei Tage herausgeschafft, das eine Mal auf eine offene, das andere Mal auf eine überdachte Düngerstätte. Die Fütterung erfolgte gleichmäßig, es ist im Flachstall soviel Einstreu gegeben, daß keine Jauche abfloß, die Gewichtszunahme der aufgestellten (Simmenthaler) Stiere war eine fast gleiche. Der Versuch dauerte 136 Tage, also $4^1/_2$ Monat, und wurde erst dann der Dünger aus dem wasserdicht betonnierten Stalle herausgebracht. Irgend welche Konservierungsmittel sind bei den drei Versuchen nicht gebraucht, es wurden von dem Futter, dem Mist, der Einstreu und der Jauche genaue chemische Analysen ausgeführt. Die Ergebnisse waren folgende:

	dem Tiefstall	Dünger aus der Düngerstätte (überdacht)	(nicht überdacht)
	Doppelzentner	Doppelzentner	Doppelzentner
Abfluß der Jauche	—	18	62
Gesamtes Gewicht des gelagerten Düngers	524	483	527
darin Trockensubstanz	146	145	116
„ Wasser	378	338	411
Stickstoffgehalt (einschließlich der Jauche)	407 kg	295	292 kg.

Unter Berücksichtigung des Stickstoffs im Futter, der Einstreu und der Zunahme des Lebendgewichtes hätte, der Rechnung nach, an Stickstoff vorhanden sein müssen:

	469 kg	469 kg	469 kg
Verlust an Stickstoff	62 „	177 „	174 „
Verlust in Prozenten	13 %	37 %	36 %.

Diese Zahlen sind außerordentlich lehrreich. Sie beweisen die große Überlegenheit des Tiefstalldüngers, die, im Vergleich zu dem offen (nicht überdacht) auf dem Hofe lagernden Dünger durch einen höheren Gehalt an organischer Trockensubstanz und namentlich durch einen höheren Gehalt an Stickstoff zum Ausdruck kommt.

Bei dem Lagern des Düngers geraten insbesondere die leicht löslichen und für die Ernährung der Pflanzen wertvollsten Stickstoffverbindungen in Verlust. Die Unterschiede bezüglich des Stickstoffs beziehen sich daher nicht nur auf die Quantität, sondern gleichzeitig auch auf die Qualität des Stickstoffs im Stalldünger, und beweisen die zahlreich ausgeführten, später zu erwähnenden Düngeversuche mit Stallmist, daß die Nachweise bezüglich der Überlegenheit des Tiefstalldüngers praktisch voll begründet sind. Nach der Düngung mit Tiefstalldünger sind die Ernteerträge höher wie nach dem Gebrauche des gewöhnlichen Hofdüngers.

Es ist zwar nicht möglich, daß im Tiefstalle alle Verluste an Stickstoff vermieden werden. Im vorliegenden Falle, wo die Verluste an Stickstoff während einer $4^1/_2$ monatlichen Versuchsdauer beobachtet wurden, betragen sie, auf ein Jahr und auf ein Stück Großvieh umgerechnet, im Tiefstalle 13 kg, auf dem Hofe 30 kg. Nehmen wir an, ein Kilogramm des Stickstoffs hätte einen Handelswert von 120 Pfennigen, so betragen die Verluste an Stickstoff im Tiefstalle = 15 Mk. und 60 Pfg., beim Lagern auf dem Hofe dagegen 36 Mk. Es wird also im Tiefstalle allein an Stickstoff für ein Stück Großvieh ein jährlicher Gewinn von 20 Mk. erzielt. In Wirklichkeit ist der Gewinn ein viel größerer. Es ist leicht möglich die Sohle eines Tiefstalles vollkommen wasserdicht und undurchlässig für Jauche zu machen, dagegen sind die Jauchegruben in der Praxis nicht so dicht wie in der Versuchswirtschaft zu Lauchstädt, wo diese Versuche mit größter Sorgfalt ausgeführt wurden.

Forschen wir weiter nach wodurch es kommt, daß der Tiefstalldünger reicher an Stickstoff ist, so müssen wir sagen, es kommt nicht dadurch, daß der Dünger

im Stalle im Schatten liegt, denn dies war auch bei der einen Sorte des Hofdüngers der Fall. Auch nicht in einem größeren oder geringeren Gehalte an Feuchtigkeit. Der Wassergehalt des Tiefstalldüngers entsprach ungefähr der Mittelzahl des überdacht und des nicht überdacht gelagerten Hofdüngers, in beiden Fällen war der Stickstoffverlust des Hofdüngers ein recht großer.

Wir müssen die bessere Beschaffenheit des Tiefstalldüngers ausschließlich dem Umstande zuschreiben, daß dieser von den Tieren fortwährend festgetreten wird und ein guter Abschluß der atmosphärischen Luft stattfindet. Dies ist von höchster Wichtigkeit und ich meine, diese Nachweise könnten auch diejenigen Landwirte, welche keine Tiefställe sondern offene Düngerstätten haben, veranlassen, in umfassendstem Maße für einen besseren Abschluß der Luft vom gärenden Dünger zu sorgen.

Greifen wir nochmals auf die zuletzt angegebene Zahlentabelle zurück, so ist auch der Vergleich zwischen dem überdacht und dem nicht überdacht gelagerten Dünger von Interesse. Der Gehalt an Stickstoff hat in beiden Fällen die gleiche Verminderung erfahren. Ein Unterschied besteht in der Menge der Trockensubstanz und des Wassers. Die Sonne hat auf den ganz offen lagernden Dünger in höherem Grade zerstörend eingewirkt, der Dünger war durch den niederfallenden Regen viel wässeriger, der Wassergehalt ist bei dem ganz offen gelagerten Dünger um mehr als 20% höher gewesen. Dies ist viel. Beim Ausfahren des nicht bedacht gelagerten Düngers bringen wir manches Fuder Wasser mehr aufs Feld wie bei dem Transport eines unter Dach gelegenen Düngers. Kann nun, was bei den Versuchen in Lauchstädt vermieden wurde, das Hofwasser zum Teil zur Düngerstätte dringen, dann fährt der Landwirt noch mehr Wasser zum Hoftore hinaus auf das Feld. Dies alles fällt beim Tiefstalldünger weg. Im Stalle haben wir keinen Regen, wir haben dort kein Hofwasser fernzuhalten, sondern die ganze Flüssigkeit stammt von den Tieren, welche den Dünger erzeugen.

Jedem einsichtigen Landwirte muß einleuchten, daß der Dünger nirgends besser aufbewahrt wird, wie im Tiefstalle.

Im Anschluß hieran haben wir noch die weitere Frage zu besprechen, ob man den Dünger im Tiefstalle längere Zeit liegen lassen kann, wenn die Tiere nicht mehr sich dort befinden, wenn die Kühe oder Schafe vielleicht auf der Weide sind und dort Tag und Nacht verbleiben, also nichts mehr dazu beitragen um den Dünger festzutreten und ihn feucht zu halten. Man sollte meinen, daß das längere Lagern unter solchen Umständen nicht vorteilhaft sei, und liegen Beobachtungen von Märcker vor, aus denen hervorgeht, daß eine solche Annahme richtig ist.

In der Versuchswirtschaft zu Lauchstädt wurden 14 Mastochsen vom 6. November bis zum 21. Mai, also 197 Tage lang aufgestellt, es ist der Gehalt des Futters, der Einstreu, des Düngers durch chemische Analysen genau ermittelt und durch Berechnungen festgestellt, wieviel Stickstoff im Körper der Masttiere in Ansatz gekommen war. Der Dünger häufte allmählich sich sehr an, er mußte am 28. Februar ausgefahren werden. Im Mai, bei Beendigung der Mast, hatte

man sogleich keine Verwendung für den Dünger auf dem Felde, er blieb im Stalle, nachdem die Tiere heraus waren, noch vier Wochen lang, bis Mitte Juni, liegen. Jetzt wurde die zweite Untersuchung des Mistes ausgeführt. Die Jahreszeit war warm, der Mist trocknete im Stalle etwas aus, weil eine Erneuerung von Flüssigkeit nicht stattfand. Die Ermittelung des Stickstoffgehaltes ergab, daß in der ersten Periode, von November bis Ende Februar, von dem Stickstoff 13 % in Verlust geraten waren, in der zweiten Periode, einschließlich der 4wöchentlichen Lagerung des Düngers in dem vom Vieh nicht mehr betretenen Stalle, dagegen 35 %. Es erscheint hiernach unzulässig, daß man Tiefstalldünger im Stalle längere Zeit liegen läßt. Man schaffe ihn, sofern ein sofortiges Unterpflügen desselben nicht möglich ist, aufs Feld, und behandle ihn dort so, wie dies weiter unten angegeben wird.

In Lauchstädt sind auch in einem Schafstalle Beobachtungen über das Liegenlassen des Düngers gemacht und zwar im Winter, während die anderen Mitteilungen über den Dünger von Mastochsen auf die Sommerzeit sich bezogen. Auch hier war der Dünger 4 Wochen lang im Stalle verblieben, nachdem die Schafe nicht mehr dort waren. Der Verlust an Stickstoff betrug 22 %, und würde der Verlust jedenfalls viel niedriger gewesen sein, wenn man den Dünger sofort nach dem Fortschaffen der Schafe untersucht hätte.

Wir haben bisher nur über den Verbleib des Stickstoffs im Tiefstalldünger gesprochen. Es ist selbstverständlich, daß auch Kali und Phosphorsäure in größerer Menge im Tiefstalldünger verbleiben als in einem gewöhnlichen Hofdünger, wo in der Düngerstätte und in der Jauchegrube allerlei Ausgangspforten für diese löslichen und wertvollen Pflanzennährstoffe vorhanden sind, während solche Verlustquellen für alle nicht flüchtigen Bestandteile im Tiefstalle nicht existieren.

11. Die Behandlung des Düngers auf dem Felde.

Der Dünger wird in der Düngerstätte auf den Wagen geladen und aufs Feld gefahren. Will man in einem neuen Gebäude einen Tiefstall anlegen, so möge man erwägen, ob es vielleicht empfehlenswert ist geeignete Vorkehrungen zu treffen, damit der Düngerwagen zum Aufladen des Düngers direkt in den Stall fahren kann, statt den Mist zunächst durch Karren auf den Hof zu schaffen.

Ist der Wagen auf dem Felde angekommen, so lasse man den Wagen sehr langsam fahren und beständig kleine Mengen von Mist herunter werfen, so daß reihenförmig kleine Haufen von Dünger entstehen, dieser muß durch andere Arbeiter sofort gebreitet und gleichmäßig auf dem Felde verteilt werden. Der zweite und dritte Wagen fährt in stets gleichweitigen Abständen von dem ersten Wagen. Man bediene sich leichter Düngergabeln, die nicht zu lange Zinken haben und bei deren Gebrauch die Arme nicht ermüden.

a) Das Liegenlassen des Düngers in Haufen.

Sehr häufig sieht man, daß der Dünger auf dem Felde in Haufen gesetzt wird und diese dort liegen bleiben. Namentlich geschieht dies im Spätherbst und im Anfang des Winters. Sieht man im Frühjahr dasselbe Feld wieder, so ist der Mist nicht mehr braun, sondern er ist gebleicht und viel heller geworden. Die strohige Masse wird nun endlich verteilt und untergepflügt. Dies ist ein Verfahren, welches man am seltensten in gewissen Gegenden von Mitteldeutschland, dagegen sehr oft im Westen, im Osten und im Süden unseres Vaterlandes sehen kann. Ist dies Verfahren richtig? — Nein durchaus nicht. Wer in dieser Weise seinen Mist auf dem Felde behandelt ist ein Verschwender, ein nachlässiger Landwirt, der die Grundlehren seines Betriebes und die einfachsten Lehren der Wissenschaft nicht beachtet.

Die Behandlung des Stalldüngers im Stalle, auf dem Hofe und auf dem Felde ist das A B C des Landwirts. Leider gibt es viele Gutsbesitzer, die in dieser Hinsicht zeitlebens A B C-Schützen bleiben und über ein notdürftiges Buchstabieren nicht hinaus kommen. Wir müssen dahin kommen, daß es als eine Schande für den Landwirt betrachtet wird, wenn die Behandlung des Düngers keine ordnungsmäßige, den Erfahrungen der Wissenschaft und der Praxis entsprechende ist.

Lassen sie uns überlegen, welche Nachteile durch das Liegenlassen des Düngers in Haufen entstehen. Die Wertbestandteile des Düngers sind die Pflanzennährstoffe: Stickstoff, Phosphorsäure und Kali, ferner die humusbildenden Bestandteile, die zur Verbesserung des Bodens ungemein viel beitragen und aus denen im Boden Kohlensäure erzeugt wird. Endlich die Bakterien des Düngers, die Erreger der Gare.

Bleibt der Mist in Haufen auf einer bestimmten Stelle des Feldes liegen, so werden durch Tau, durch Regen und durch Schneewasser alle diejenigen Bestandteile ausgezogen, welche in Wasser löslich sind. Stickstoff, Phosphorsäure, Kali, die löslichen organischen Bestandteile des Düngers mit zahllosen Bakterien, dringen in diejenige Erdschicht ein, welche dem Haufen als Unterlage dient. Was zurückbleibt ist im wesentlichen leeres Stroh. Dieses Stroh verteilt man vor der Bestellung der Frühjahrsaat auf dem Felde und pflügt es unter. Oft lohnt diese Arbeit nicht, denn die Wertstoffe sind größtenteils darin nicht mehr vorhanden, sie sind in den Boden eingesickert und geben zu Geilstellen Anlaß, die noch nach mehreren Jahren ein offenkundiger Schimpf für den betreffenden Landwirt sind, weil für jeden Besucher des Feldes dadurch bewiesen wird, daß der Besitzer den Dünger auf dem Felde schlecht und nachlässig behandelte. Auf den Geilstellen bilden die Pflanzen dunkelgrüne breite Blätter, es ist dort viel Stickstoff in den Boden gebracht, aber wegen Mangel an Phosphorsäure sind trotzdem die Erträge an Körnern auf den Geilstellen geringe und die Halme neigen zur Lagerung. Die Phosphorsäure des Stalldüngers ist zum größten Teile in Wasser nicht löslich, sie wird mit dem unlöslich gebliebenen Stroh und Kot im Frühjahr auf dem ganzen Felde verteilt, aber der Nutzerfolg dieser Phosphorsäure bleibt

ein sehr geringer, weil es den Pflanzen an Stickstoff fehlt. Wir erhalten auf den Geilstellen keine gut ausgebildeten Körner, wegen Mangel an Phosphorsäure, und auf den übrigen Teilen des Feldes nur wenig Stroh, wegen Mangel an Stickstoff, gleichzeitig aber auch nur eine geringe Menge von Körnern, weil diese für ihre Ausbildung sowohl Phosphorsäure wie auch Stickstoff haben wollen. Der Dünger bleibt unter solchen Verhältnissen mehr oder weniger wirkungslos.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bezüglich der anderen Wertbestandteile des Düngers. Wegen der ungleichmäßigen Verteilung der genannten Pflanzennährstoffe kann ein Erfolg nicht erzielt werden. Dies ist so selbstverständlich, daß es unbegreiflich erscheint, daß man dieselben Unsitten im Bezug auf die Behandlung des Düngers fast überall noch findet. Für den Fortschritt der Landwirtschaft ist die Beseitigung dieses Übels so wichtig, daß man alles aufbieten sollte, um das richtige Verständnis für die Behandlung des Düngers in allen Schichten der ländlichen Bevölkerung zu verbreiten. Für sehr wünschenswert würde ich es halten, wenn die Schüler in der Dorfschule im letzten Jahre Unterricht in den elementarsten Dingen der Landwirtschafts-Wissenschaft erhielten, insbesondere in der Behandlung des Stalldüngers. In allgemeinen Zügen vielleicht auch in der Ernährungslehre der Pflanzen und der Tiere. Durch einfache gedruckte Anleitungen würde der Dorflehrer, so weit als nötig sich damit vertraut machen können und der Gegenstand zweifellos das Interesse der Schüler erwecken.

Die Landwirtschafts-Wissenschaft ist bei uns in einem erfreulichen Aufblühen begriffen und die „Elite" der Vertreter der praktischen Landwirtschaft weiß die Erfolge derselben zu verwerten. Dies genügt aber nicht. Wollen wir ganz allgemein die Landwirtschaft heben, so müssen wir von unten anfangen, und die einfachsten täglichen Dinge den Besuchern der Volksschule auf dem Lande gewissermaßen einimpfen. Wenn der Knabe die Dorfschule verläßt, muß er wissen, welche Wertbestandteile der Stalldünger enthält, und daß man eine Verschwendung treibt, wenn die Jauche auf die Straße fließt oder der Mist auf den Feldern in kleinen Haufen monatelang liegen bleibt. Ein weites Eindringen in die Naturwissenschaft ist nicht nötig, man lasse jede Theorie völlig unberücksichtigt, aber die Kinder sollten über Dinge unterrichtet werden, die sie auf dem Lande zeitlebens täglich sehen und durch deren richtige Auffassung sie im späteren Leben recht großen Nutzen haben würden.

„Wer den Pfennig nicht ehrt, ist des Talers nicht wert." Die Wahrheit dieses Sprichwortes ergiebt sich auch in Bezug auf die richtige Behandlung des Stalldüngers, und würde es nützlich sein, diese den Kindern zu erklären.

Vom Stallmist und dessen Behandlung ausgehend, könnte man leicht Anknüpfungen suchen an die ländlichen Aborte, an Regeln der Gesundheitspflege, an die einfachsten Vorgänge bei der Ernährung von Vieh und Menschen und so eine Grundlage für den Unterricht in landw. Fortbildungsschulen und der Winterschulen schaffen.

Nach dieser Abschweifung kehren wir zu unseren Betrachtungen über die Behandlung des Düngers auf dem Felde zurück.

b) Das Liegenlassen im gebreiteten Zustande.

Das Liegenlassen des Düngers im gebreiteten Zustande kann unter Umständen von Nutzen sein. Eine Überdüngung junger Saaten mit Stallmist im Anfang des Winters hat sich dort bewährt, wo im Winter eine strenge Kälte zu herrschen pflegt. Der Mist bietet dann einen mechanischen Schutz gegen die Kälte, die strohigen Bestandteile des Düngers sind ein schlechter Wärmeleiter und pflegen die Schwankungen der Temperatur unter einer schwachen Mistdecke nicht sehr große zu sein. Das Erfrieren der Pflanzen findet namentlich bei plötzlichen Schwankungen in der Temperatur statt und soll dieses durch den Mist gehindert werden.

Unter ungünstigen klimatischen Verhältnissen kann auch ein Bedecken der Kleefelder im Winter vorteilhaft sein. Der Mist gibt den Pflanzen nicht nur einen Schutz vor der zu starken Einwirkung der Kälte, sondern der Stickstoff des Düngers bewirkt auch, daß schwache Kleepflanzen im Frühjahr gekräftigt werden, zumal die Tätigkeit der Knöllchenbakterien erst dann beginnt, wenn der Boden nicht mehr zu kalt ist. Dies ist ein Verfahren, welches beispielsweise in Ostpreußen sich bewährt hat. Es können aber auch Verhältnisse eintreten, bei denen unter recht günstigen klimatischen Verhältnissen das Bedecken des mit Pflanzen nicht bestandenen Bodens während des Winters Vorteile bietet, nämlich dort, wo das Frühjahr zeitig sich einstellt, aber die Luft und der Boden erfahrungsmäßig trocken sind. Der Boden bleibt unter der Decke des Düngers feuchter, die physikalische Beschaffenheit des Bodens ist dann besser, der Boden hat eine bessere Gare und die Bodenbakterien fangen im Frühjahr eher an zu arbeiten. Dauert aber der Winter sehr lange, ist der Boden im Frühjahr hart gefroren, so verzögert die Mistdecke, welche auf einem mit Pflanzen nicht bestandenen Boden lagert, das Auftauen des Bodens.

Es ist nicht von der Hand zu weisen, daß unter gewissen klimatischen Verhältnissen das Liegenlassen des Düngers im Winter Vorteile bieten kann. Aber dies sind nur Ausnahmefälle. Im großen und ganzen dürfte es empfehlenswerter sein, den Dünger so bald als möglich in den Boden zu bringen und ihn nicht obenauf liegen zu lassen.

Wir werden weiter unten an einigen Beispielen sehen, daß beim Lagern an der Oberfläche des Feldes ein nicht unbeträchtlicher Teil von wertvollen Stickstoffverbindungen durch den Wind verweht wird. Außerdem geht ein Teil der humusbildenden Stoffe verloren. Der auf der Oberfläche lagernde Dünger „verzehrt" sich, d. h. es werden die organischen Bestandteile durch Luftbakterien zum Teil zersetzt, es bildet sich daraus Kohlensäure, welche der Wind forttreibt. Die Zersetzung des Düngers soll im Boden vor sich gehen, eine Düngung der Luft hat keinen Zweck. Daher sorge man dafür, daß der gebreitete Dünger sobald als möglich vom Boden bedeckt wird.

Wenn man hier und da in der Praxis hört, daß das längere Liegenlassen des Düngers auf der Oberfläche des Feldes vorteilhaft sei, so dürfte dies hin und wieder dem Umstande zuzuschreiben sein, daß der betreffende Mist infolge unzweckmäßiger Behandlung auf dem Hofe bereits arm an Stickstoff, an Kali und an anderen löslichen Bestandteilen geworden war. Ein solcher Dünger hat auf dem Felde nicht viel mehr zu verlieren, und tritt nun vielleicht die Wirkung, welche durch die Bedeckung und durch Feuchthaltung des Bodens, sowie durch geringere Temperaturschwankungen und dergl. erzielt wird, stärker hervor.

Haben wir einen guten Mist, der reich an Stickstoff und reich an organischen Bestandteilen ist, dann dürfte das sofortige Unterpflügen dringend zu empfehlen sein, namentlich auch mit Rücksicht auf die im Boden lebenden Bakterien.

Geschieht dies nicht, so werden, wie ich eben schon sagte, die leichter zersetzbaren Anteile der organischen Stoffe durch Luftbakterien, unter Bildung von flüchtiger Kohlensäure, die der Wind verweht, vernichtet. Nach dem späteren Unterpflügen des Stalldüngers erhalten die Bodenbakterien nun eine recht schwer verdauliche Nahrung vorgesetzt, mit der sie nicht viel anfangen können und die sie erst nach längerer Zeit allmählich verwerten.

Für die Ernährung der Bodenbakterien ist das baldige Unterpflügen des Düngers sehr erwünscht. Desgleichen für die bereits im Stallmist vorhandenen Lebewesen. Wenn der Dünger auf dem Felde dünn ausgebreitet liegt, haben die Bakterien an ganz andere Lebensbedingungen, namentlich an den reichlichen Zutritt von Sauerstoff sich zu gewöhnen. Die Salpeterbildung wird begünstigt, aber gleichzeitig auch die Salpeterzerstörung, weil die betreffenden Organismen im frischen Stalldünger reichliche Mengen von organischer Nahrung vorfinden, aus der sie nun die nötige Kraft zur Vollziehung der Arbeit, nämlich zur Vernichtung des unter dem Hinzutritt der Luft gebildeten Salpeters entnehmen können (siehe Seite 13). Das Licht wirkt auf die Bewohner des Düngers, wenn dieser gebreitet auf dem Felde lange Zeit liegt, nicht günstig ein. Erfahrungsgemäß wird das Protoplasma, das einen Hauptbestandteil der Bakterienleiber bildet, in unvorteilhafter Weise vom Sonnenlichte beeinflußt, die Bakterien gehen dann in großer Anzahl zu Grunde, weil deren Protoplasma nicht mit einem Schutzmantel umgeben ist, wie solchen das Protoplasma in den Zellen der Blätter von höheren Pflanzen in Form von Blattgrün besitzt; kurzum das längere Liegenlassen des gebreiteten Düngers auf der Oberfläche des Feldes bietet — in bakteriologischer Hinsicht — manche Nachteile.

Nach einer alten praktischen Erfahrung, die leider oft unbeachtet bleibt, ist das sofortige Unterpflügen des Stalldüngers empfehlenswert.

Erscheint, wegen Mangel an Gespannen, ein sofortiges Unterpflügen nicht möglich, so sollte man den gebreiteten Dünger niederwalzen lassen, bevor ein zu starkes Austrocknen desselben stattfindet.

Ziemlich allgemein ist es üblich, den Dünger im Winter auf dem gefrorenen Boden auszubreiten und ihn dort bis zum Frühjahre liegen zu lassen. Dies ist nicht gut und um so nachteiliger, je reicher der Dünger an Stickstoff ist. Ein

wesentlicher Teil des Stickstoffs wird durch den Wind fortgeweht. Ferner „schwindet" der Mist, er wird an Masse geringer. Diejenigen Vorgänge, welche im Boden stattfinden sollen, gehen nun in der Luft vor sich und bringen den Pflanzen keinen Nutzen. Ist der Boden im Frühjahr so weit abgetrocknet, daß er befahren werden kann, dann ist aus dem Miste eine schwer zersetzbare Masse zurückgeblieben, welche für die Sommerpflanzen keinen hohen Nutzen hat. Gerade die Sommergewächse bedürfen wegen ihrer kürzeren Vegetationszeit einen schnell wirkenden Dünger.

Wenn wir von einigen (oben erwähnten) Ausnahmen absehen, bietet das sofortige Breiten und das sofortige Unterpflügen des Stalldüngers die größten Vorteile.[47])

c) Die Aufbewahrung des nicht sofort verwendbaren Düngers auf dem Felde.

Ich habe früher mitgeteilt, daß der Dünger auf dem Hofe nicht länger als 8—10 Wochen lang liegen bleiben sollte. Dann ist die notwendige Gärung so weit beendet, daß der Dünger untergepflügt werden kann, und wird bei längerem Verweilen desselben auf dem Hofe der Mist nicht besser, sondern schlechter. Nach Ablauf dieser Zeit hat man nun aber nicht immer für den Dünger Verwendung. Auch aus dem Tiefstalle muß man ihn herausschaffen lassen, damit der Mist nicht zu sehr sich dort anhäuft. Was sollen wir mit ihm anfangen, in welcher Weise ist der Dünger vor wesentlichen Verlusten zu schützen?

Wir bringen ihn aufs Feld und lassen ihn in großen Haufen mit Erde bedeckt liegen. Man suche auf dem Felde eine möglichst ebene Stelle aus. Haben wir billig Torfstreu zur Verfügung oder trockene humose Erde, vielleicht aus einem Torfstich herrührend, dann breite man diese Erde auf der zukünftigen Lagerstätte des Düngers aus. Auch altes Stroh leistet gute Dienste. Im Notfall kann man auch Grasplaggen nehmen, obgleich diese weniger gut sind. Die humosen Stoffe sollen dazu dienen, um die aus dem Miste austretende Jauche aufzusaugen.

Der ausgefahrene Dünger wird schichtenweise ausgebreitet und jede Schicht recht festgetreten. Man gebe dem Haufen eine viereckige Form, oder besser noch eine runde, um die Außenfläche möglichst zu verringern und dadurch der atmosphärischen Luft weniger Zutritt zu gewähren.

Auf eine jede der festgetretenen Schichten wird Erde gleichmäßig verteilt. Man fährt mit dem Aufschichten fort, bis der Haufen eine Höhe von $1^1/_2$—2 m erlangt hat. Nun wird die ganze Masse nochmals recht festgetreten und allseitig, auch oben, mit einer 30—40 cm starken Schicht von Erde bedeckt. In diesem Zustande ist der Dünger von der atmosphärischen Luft möglichst gut abgeschlossen. Die Gärung war auf der Düngerstätte bezw. im Tiefstalle größtenteils beendet. Nun ist die Wärmebildung in dem Dünger nicht mehr bedeutend, die Wärme wird auch durch das umliegende Erdreich abgeleitet, kurzum die weitere Gärung und Zersetzung verläuft jetzt sehr langsam, der Dünger bleibt ziemlich unverändert.

Gleichzeitig hat man den Vorteil, daß der Dünger dort sich befindet, wo er gebraucht werden soll. Man kann das Ausfahren vom Hofe zum Felde in einer Jahreszeit vornehmen, in der die Gespanne nicht viel zu tun haben.

Recht oft wird der Fehler gemacht, daß der aufs Feld geschaffte Dünger nicht hinreichend festgetreten wird. Oder man bedeckt ihn nur unvollständig mit Erde, so daß einzelne Strohhalme aus den Haufen hervorsehen und diese die Verbindung der Außenluft mit dem Innern herstellen. Dies ist durchaus falsch. Unter solchen Umständen wird der auf dem Felde in Haufen lagernde Dünger schlechter, als wenn man ihn auf der Düngerstätte gelassen hätte.

Das Festtreten des Düngers muß in den Haufen auf dem Felde noch sorgfältiger vorgenommen werden, wie auf der Düngerstätte. Wir haben zu berücksichtigen, daß beim Aufladen und beim Abladen der Mist mit Luft, also mit Sauerstoff, reichlich in Berührung kommt. Dieser Sauerstoff muß, weil schädlich, wieder ausgetrieben werden, indem man den Dünger recht festtreten und mit einer starken Schicht von Erde bedecken läßt. Bleibt die Luft im Miste, wird sie nicht ausgetrieben, oder kann gar, infolge unvollkommener Bedeckung, Luft neu hinzutreten, dann sind die Verluste des Düngers an Masse und an Güte sehr große.

Wir haben uns stets ins Gedächtnis zurückzurufen, daß Bakterien die Gärung und die Zersetzung des Düngers bewirken, sie arbeiten besonders stark, wenn Luft hinzutritt, wenn sie Sauerstoff zur Atmung haben. Ist die Gärung auf der Düngerstätte beendet, dann soll man die weitere Veränderung des Stalldüngers möglichst einzuschränken suchen, und dies kann nur dadurch geschehen, daß man den Zutritt der Luft so gut als nur irgend möglich fern hält.

Verschiedene Stimmen aus der Praxis rühmen das vorstehende Verfahren, welches wissenschaftlich vollkommen begründet werden kann, und teilt beispielsweise Köster mit,[48]) daß er den Stalldünger, welcher von ihm nur noch für Kartoffeln und für Rüben verwendet wird, in der Zeit von September bis Dezember unterpflügen lasse. Vom Dezember ab beginnt bei ihm die neue Lagerung des Düngers auf dem Felde bis zum September des nächsten Jahres.

Will man den Dünger aus dem Haufen ausfahren, so wird die Erde von den Seiten und von der Decke des Haufens entfernt, die schichtenweise zwischen dem Dünger lagernde Erde mit dem Dünger gemengt und auf Karren oder auf Wagen geladen. Diese und die unter dem Haufen befindliche Erde enthält lösliche Stoffe aus dem Dünger, und muß man solche, bezw. auch den als Unterlage gegebenen Torf, bis auf eine Tiefe von ungefähr 25 cm ausstechen und mit dem Dünger vermengen. Oder man verteile die Erde im unvermengten Zustande gleichmäßig auf dem Felde.

d) Das Unterpflügen des Düngers.

Das sofortige Unterpflügen des gebreiteten Düngers bietet die beste Gewähr für eine gute Wirkung desselben. Die Zersetzung des Düngers soll im Boden und nicht an der Luft stattfinden.

Man nimmt meist an, daß ein Liegenlassen während einiger Tage dem Werte des Düngers keinen Abbruch tut. Dies ist nicht ganz richtig. Wir müssen beachten, daß der Stallmist einen erheblichen Teil des wertvollen Stickstoffs in Form von kohlensaurem Ammoniak enthält. Dieses ist flüchtig, namentlich dann, wenn die Luft windig ist und die Sonne scheint. Der Stickstoff ist nun einmal ein recht windiger Geselle, dem wir keinen Augenblick die unbeschränkte Freiheit gönnen dürfen. Schon beim Aufladen des Mistes verdunstet Ammoniak. Desgleichen beim Abladen auf dem Felde. Dies sind unvermeidliche Verluste, die wir nicht hindern können. Wenn hier und da bei wissenschaftlichen Untersuchungen der Mist beim Aufladen auf dem Hofe mit Schwefelsäure besprengt wurde, um Verluste an Ammoniak zu vermeiden, so ist dies ein Verfahren, welches man für die Verhältnisse der landwirtschaftlichen Praxis nicht in Vorschlag bringen kann. Wir haben die betreffenden Verluste als unvermeidliche anzusehen. Noch größer sind die Verluste an Ammoniak, wenn der Dünger, in dünner Schicht auf der Oberfläche des Feldes liegend, der Einwirkung von Wind und von Wetter ausgesetzt ist.

Maercker machte folgenden Versuch. In flache Kästen wurde eine bestimmte Menge von Erde, deren Gehalt an Stickstoff ermittelt war, gebracht. Auf diese Erde ist mäßig vergorener Mist dünn ausgebreitet und blieb solcher 4 Tage lang liegen. Bei einem Versuche ist der Mist durch Besprengen mit ein wenig Wasser mäßig feucht gehalten, bei dem anderen geschah dies nicht.[49])

Nach 4 Tagen war folgender Verlust an Stickstoff eingetreten: aus feucht gehaltenem Dünger sind 13 % verloren (bezogen auf 100 Teile des ursprünglich vorhandenen Stickstoffs), aus trockenem Dünger 17 %. Der Stickstoffgehalt der Erde hatte nicht zugenommen und mußte daher der Stickstoff luftförmig entwichen sein.

Ähnliche Versuche wurden von Gerlach in Posen ausgeführt.

In flachen Holzkästen von 1 qm Fläche wurde eine dünne Erdschicht ausgebreitet und 2 kg Stallmist darauf gelegt. Der Stalldünger blieb im Freien 4 Tage lang liegen und wurde teils mäßig feucht gehalten, teils blieb er trocken. Der wertvollere Anteil der Stickstoffverbindungen ist jedenfalls der in Wasser lösliche. Der Dünger enthielt 8,9 g Stickstoff, von denen 19,6 % in Wasser löslich waren. Hiervon gingen in den 4 Tagen verloren: 12,1 % von dem trocken gehaltenen und 15,2 % von dem mäßig feucht gehaltenen Dünger. In der unter dem Dünger liegenden Erde war der Stickstoffgehalt nicht vermehrt.

Behandelt man den Mist auf der Düngerstätte schlecht, dann verliert er dort viel Ammoniak, und unter solchen Verhältnissen schadet das Liegenlassen an der Oberfläche des Feldes nicht so viel, als wenn wir einen gut behandelten Dünger aufs Feld brachten. Aber in beiden Fällen wird die Zersetzung des Mistes nach dem spät erfolgten Unterpflügen eine mangelhafte sein, es fehlen in ihm die löslichen Bestandteile, die Bakterien finden eine schwer verdauliche, schwer zersetzbare Masse vor, es bleibt ein solcher Mist nach dem Unterpflügen längere Zeit unverändert im Boden liegen. Dies ist nicht der Fall, wenn der Mist sofort

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF

untergepflügt wird, die Bakterien sind dann ungeschwächt, sie haben leicht lösliche Nahrung in hinreichender Menge und können nun auch die schwerer löslichen Anteile des Düngers viel besser verwerten und zersetzen.

Der Stalldünger wird vorzugsweise für Kartoffeln und für Rüben gebraucht und im vorhergehenden Herbste untergepflügt. Es sei darauf hingewiesen, daß das sofortige Schälen der Stoppeln von größter Wichtigkeit für die Gare des Ackerbodens ist. Das Schälen soll ganz flach geschehen. Es ist gar nicht wünschenswert, daß die Stoppeln mit einer starken Erdschicht bedeckt werden. Der Boden werde durch das Schälen nur geöffnet und der Luft Zutritt gewährt. Unter der Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs werden nun die mit Erde bedeckten Stoppeln schnell zersetzt. Erst später wird auf die geschälten und abgeeggten Stoppeln der Stalldünger ausgestreut und untergepflügt. Das Breiten von Stallmist auf die nicht gestürzten Stoppeln ist weniger empfehlenswert. Man lasse die organischen Bestandteile der Stoppeln erst teilweise sich zersetzen und bringe dann den Stallmist hinzu.

Ein Stoppelfeld darf in der Regel im Winter überhaupt nicht vorhanden sein. Man lasse, soweit dies mit den vorhandenen Arbeitskräften nur möglich ist, das Feld schon zwischen den Stiegenreihen schälen und nachher mit dem Grubber behandeln, um sobald als möglich der Luft Zutritt zum Boden zu gewähren.

e) Tiefes und flaches Unterpflügen des Stalldüngers.

Im schweren Boden wird nicht selten der Fehler gemacht, daß man den Dünger zu tief unterpflügt; man benutzt einen Vorschäler, damit das Feld recht glatt ist und damit die Maschinen, namentlich die Drillmaschine, gut arbeiten können. Bisweilen hält man es für ein Zeichen der unrichtigen Behandlung des Ackers, wenn hier und da einige Strohhalme des Stalldüngers aus dem Boden hervorragen und somit gewisse Schönheitsfehler sich bemerkbar machen.

Die Forschungen der Bakterienkunde haben ergeben, daß ein tiefes Unterpflügen des Stalldüngers im allgemeinen nicht richtig ist, namentlich nicht in einem schweren Boden. Selbstverständlich soll die Hauptmenge des Düngers vollkommen mit Erde bedeckt sein, aber es schadet nicht, wenn hier und da einige Strohhalme aus dem Boden hervorragen; diese vermitteln die Verbindung der Luft mit dem Dünger, sie bilden einen Luftkanal, es fehlt den im Dünger lebenden Bakterien dann nicht an Atemluft und dies ist ungemein wichtig für deren Existenz.

Die Pflanzen ernähren sich nicht von dem Stallmist an und für sich, sie fressen kein Stroh, keinen Kot, sondern die Bakterien müssen diese Nahrung erst zubereiten, und hierbei Sauerstoff aufnehmen.

Ein flaches Unterbringen des Stalldüngers läßt mit der Tiefkultur in der Regel nur unter Aufwand von Kosten sich vereinigen. Bei der Tiefkultur, wie solche bei ausgedehntem Anbau von Kartoffeln und von Rüben im schweren Boden geboten erscheint, erreichen wir die beiden Erfordernisse: eine bessere Aus-

nutzung der organischen Bestandteile des Düngers durch die Bakterien infolge des flachen Unterpflügens desselben und andererseits die Lockerung des Untergrundes, am einfachsten dadurch, daß wir einen zweispännigen, zweischarigen Pflug zum Unterbringen des Düngers gebrauchen, bei dem, statt des vorderen Pflugkörpers, ein Untergrundspflug angebracht ist. Oder man lasse dem Pfluge einen Untergrundspflug unmittelbar folgen.

Auf diese Weise können wir den Untergrund lockern und doch den Dünger flach unterbringen, um dem Bedürfnisse der Bakterien Rechnung zu tragen, welche nicht nur die im Dünger enthaltene Nahrung verzehren, sondern auch atmosphärische Luft zur Atmung haben wollen.

Die Lockerung mit dem Untergrundspfluge dürfte bei der Bewirtschaftung des schweren Bodens namentlich dann sich empfehlen, wenn die Tiefkultur erst eingeführt und gleichzeitig mit Stallmist gedüngt werden soll. Bei der Einführung der Tiefkultur muß man dafür sorgen, daß nicht zu große Mengen von dem rohen Boden des Untergrundes an die Oberfläche des Feldes gebracht werden. Ich stelle die Frage: Was ist, bakteriologisch betrachtet, roher Boden? Ich antworte: Der Boden des Untergrundes ist arm an Bakterien. Die wenigen Organismen, welche dort leben, haben Mangel an Nahrung, Mangel an Atemluft, sie sind geschwächt, nicht arbeitsfähig, der an die Oberfläche gebrachte Boden ist nicht „tätig", sondern tot. Eine Verbesserung des „rohen" Bodens ist nicht plötzlich, sondern nur allmählich zu erreichen.

Am schnellsten geschieht dies, wenn wir

1. ihn mit Bakterien bevölkern,
2. Nahrung für dieselben in den Boden bringen,
3. dafür sorgen, daß die Bakterien atmen und dadurch die gebotene Nahrung verwerten.

Die erste und die zweite Bedingung erfüllen wir durch wiederholte Anwendung von Stalldünger. Im ersten Jahr bringen wir den Stalldünger flach unter und lockern den Untergrund. In den folgenden Jahren kann das Pflügen allmählich tiefer vorgenommen werden. Um die Erfüllung der dritten Bedingung zu beschleunigen, ist es bei der Bewirtschaftung von schwererem Boden bisweilen vorteilhaft, daß wir diesen mit gebranntem, gemahlenem Kalk versetzen, um die wünschenswerte Krümelstruktur des Bodens zu erzielen, damit die Luft zu den kleinen Lebewesen des Bodens leichter hinzugelangen kann. Gleichzeitig wird der Kalk dazu dienen, um die sauren Stoffwechselprodukte der Bakterien zu neutralisieren und diese zu einer gesteigerten Tätigkeit zu veranlassen.

Wir sehen, daß wir bei der Bewirtschaftung des schweren Bodens allerlei zu beachten haben, um die Tätigkeit der Bakterien zu unterstützen. Im leichten Boden bringt die Luft tiefer ein, und kann man hier unbedenklich den Stalldünger in etwas tiefere Schichten bringen.

Für das Leben der Bakterien ist die Durchlüftung des Bodens von der größten Bedeutung. Alle Meliorationen des Bodens sollten von der Erkenntnis geleitet sein, daß die im Boden lebenden, die Fruchtbarkeit wesentlich mit be-

dingenden Bakterien zunächst Luft haben wollen. An dieser fehlt es oft mehr, wie an Nahrung.

Der Boden muß drainiert, hinreichend entwässert werden. Sind die feinen Hohlräume des Bodens mit Wasser gefüllt, so kann die Luft nicht eindringen. Ein steifer, toniger Boden ist außerdem zu kalken oder zu mergeln, um den Boden zu lockern, die tonige Masse zu zersetzen, dem Boden die Krümelstruktur zu geben und Luft, immer wieder Luft den Bakterien des Bodens darzubieten.

Im Herbste sei der Boden offen, er bleibe im Winter in rauher Furche liegen. Nicht allein um Feuchtigkeit in größerer Menge zurückzuhalten, sondern auch aus dem Grunde, damit im Herbst und im zeitigen Frühjahr, wenn die Weichheit des Bodens dessen Bearbeitung noch nicht gestattet, die Luft zu den Bodenbakterien besser hinzugelangen kann.

Die vorteilhafte Wirkung der Luft auf den Boden wurde kürzlich erst wieder von Gerlach nachgewiesen.[50]) Von einem Felde, das seit Jahren bis zu einer Tiefe von 40 cm gepflügt gewesen war, das aber weder Stalldünger noch andere Dungstoffe erhalten hatte, wurde die oberste Schicht der Ackerkrume bis zu einer Tiefe von 5 cm fortgenommen und in große Vegetationsgefäße eingefüllt.

In andere Gefäße ist der Boden aus einer Tiefe von 5—25 cm gebracht. Man düngte mit Kali und mit Phosphorsäure und säete Hafer ein. In dem den tieferen Schichten entnommenen Boden wuchsen die Pflanzen schlechter, die Ernte an Körnern ergab einen Minderertrag von 46 % und an Stroh von 50 % gegenüber dem Hafer, welcher in Boden gewachsen war, der der obersten Schicht der Ackerkrume entnommen war. Der Unterschied kann nur dadurch erklärt werden, daß in dem einen Falle die Bakterien bereits vor der Einsaat des Hafers tätiger gewesen sind, reichlichere Mengen von Stickstoff aus der Luft gesammelt hatten, wie in dem anderen Boden. Der Boden kann an und für sich nicht arm an solchen organischen Stoffen gewesen sein, welche den Bakterien als Nahrung zu dienen vermochten. Denn nur bei hinreichender Ernährung sind sie in der Lage, viel Stickstoff aus der Luft aufnehmen zu können. Wenn die Bakterien in einem Boden, der mit Stallmist nicht gedüngt war, eine so umfangreiche Tätigkeit entfalteten, sobald sie genügende Mengen von Luft zur Verfügung hatten, wie viel mehr muß deren Tätigkeit zunehmen, wenn man sie außerdem mit Stallmist gut füttert.

f) Die Verwendung der Jauche auf dem Felde.

Die Jauche, welche in der Jauchegrube sich ansammelt, soll zunächst dazu dienen, um den Stallmist auf der Düngerstätte anzufeuchten. Ist bei Mangel an Einstreu und bei Nichtverwendung von Torf (oder von anderen humosen Stoffen, welche die Fähigkeit haben, Flüssigkeiten aufzusaugen und diese festzuhalten), die Menge der Jauche groß, dann wird der Landwirt die Jauche direkt zur Düngung verwenden.

Vielfach wird sie für die Wiesen und für die Futterfelder gebraucht. Ist der Stand der Futterpflanzen ein ausnahmsweise schlechter, dann kann die

Jauche gut wirken, aber im allgemeinen sollte man sie zur Düngung für die Erzeugung solcher Ernteprodukte gebrauchen, welche einen höheren Verkaufswert haben. Besser ist sie zur Düngung der Getreidefelder zu verwenden, z. B. wenn das Getreide schlecht durch den Winter gekommen ist; ferner für Raps.

Man sollte eine gute Jauche stets im verdünnten Zustande aufs Feld bringen und für eine recht gleichmäßige Verteilung derselben sorgen. Leider kommt es häufig vor, daß die Verdünnung nicht nötig ist, weil durch den Zutritt von Hofwasser hierfür mehr als hinreichend gesorgt wurde. Die Jauche darf beim Begießen der Felder aus dem Fasse nicht durch ein großes Spundloch ausfließen, sondern sie muß mittels eines Verteilers ausgesprengt werden.

Im Winter sollte man sie auf stark gefrorenen Boden nicht ausgießen, indem dann die Jauche nicht vom Boden sogleich aufgesogen wird; sie gefriert, sie verweilt längere Zeit an der Oberfläche, und treten nun durch den Wind Verluste an Stickstoff ein. Es ist auch nicht zulässig, Jauche, welche teilweise gefroren ist, in Fässer einzufüllen und solche zur Düngung zu benutzen. Beim Gefrieren erstarrt zunächst das reine Wasser, aber nicht die Flüssigkeit, welche Kali und Stickstoff enthält. Eine teilweise gefrorene Jauche ist zu konzentriert, sie kann unter Umständen mehr Stickstoff und mehr Kali enthalten, als den Pflanzen zuträglich ist.

IV. Abschnitt.

Die Wirkung des Stalldüngers.

Die Wirkung des Stalldüngers ist teils durch dessen Gehalt an Stickstoff, Phosphorsäure und Kali bedingt, teils durch das Vorhandensein von Bakterien und von organischen Nährstoffen für dieselben.

Ist der Boden bereits in hoher Kultur, wurde in früheren Jahren oft mit Stallmist gedüngt, dann wird häufig dessen Wirkung fast ausschließlich durch die Zufuhr von Stickstoff bedingt sein, und können wir in einem solchen Boden mit gutem Erfolge statt des Stalldüngers einen stickstoffhaltigen Handelsdünger verwenden.

Ist dagegen der Boden mager, arm an Bakterien, arm an organischen Nährstoffen für dieselben, so kommt die Bakterienwirkung vorzugsweise zur Geltung und tritt die Wirkung der im Stalldünger enthaltenen Pflanzennährstoffe wesentlich zurück.

Recht häufig ist die Bakterienwirkung die Hauptsache, und erscheint es im allgemeinen nicht erforderlich, den Feldern so viel Stallmist auf einmal zu geben, daß durch denselben der Bedarf an Stickstoff, Phosphorsäure und Kali für ein Jahr oder für mehrere Jahre zur Erzielung von Maximalerträgen gedeckt wird. Man dünge häufiger das Feld mit Stallmist und gebe auf einmal nicht zu große Mengen. Die fehlenden Pflanzennährstoffe können wir durch Handelsdünger dem Boden geben, der Stalldünger soll vorzugsweise dazu dienen, um neue Bakterien und gleichzeitig neue Nahrung für diese kleinen Lebewesen in den Ackerboden zu bringen, diesen „tätiger" zu machen, in ihm die richtige Gare zu erzielen.

Das gegenseitige Verhältnis von Stickstoff oder Kali zur Phosphorsäure ist im Stallmist nicht ein solches, wie es die landwirtschaftlichen Kulturpflanzen bedürfen. Namentlich ist, im Vergleich zum Stickstoff und zum Kali, eine zu geringe Menge von Phosphorsäure darin vorhanden. Um Maximalerträge zu erzielen, müssen wir entweder eine Verschwendung mit Stallmist treiben, um den Pflanzen, neben Kali und Stickstoff, auch hinreichende Mengen von Phosphorsäure zu bieten, oder wir entschließen uns, den Bedarf an Phosphorsäure durch Zukauf von Superphosphat zu decken. Das letztere ist entschieden vorzuziehen.

Die Tätigkeit der Bakterien ist namentlich in solchen Böden von hohem Werte, welche durch starken Gebrauch von Salpeter, von Kalisalzen u. s. w. an der Oberfläche harte Krusten haben, bei denen die Krümelstruktur fehlt.

In früherer Zeit war die „Gare" des Bodens ein den Landwirten bekannter, aber wissenschaftlich nicht erklärbarer Begriff. Je mehr die Handelsdünger in Gebrauch kamen, desto mehr achtete man auf die Düngung mit Stickstoff, Phosphorsäure und Kali und desto weniger auf die Gare. Der Höhepunkt der einseitigen Richtung in der Düngerlehre wurde erreicht, als man, infolge von falsch angestellten Versuchen, dem Stalldünger fast jeden Wert abzusprechen versuchte. Ein baldiger Umschwung der Anschauung blieb nicht aus, die bakteriologischen Untersuchungen bestätigten in vollem Grade den hohen Wert der organischen Dungstoffe und insbesondere des Stalldüngers.

Bevor wir die Wirkung des Stalldüngers bei den einzelnen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen verfolgen, wollen wir zunächst der Frage näher treten: Welche Rohmaterialien des Düngers, die aus einem Gemenge von Kot, Harn und Streu sich zusammensetzen, veranlassen vorzugsweise eine Wirkung? Ist vielleicht der Kot wertvoller als die flüssigen Ausscheidungen der Tiere? Diese Frage hat insofern ein praktisches Interesse, als wir uns bemühen werden, bei der Aufbewahrung und der Behandlung des Düngers demjenigen Anteile besondere Aufmerksamkeit zu widmen, welcher durch eine Düngewirkung vor den anderen besonders sich auszeichnet.

1. Die Wirkung der Rohmaterialien, aus denen der Stallmist entsteht.

a) Die Wirkung des Kotes.

Die mittlere Zusammensetzung des Kotes wechselt je nach der Beschaffenheit der aufgenommenen Futterbestandteile und deren Gehalt an unverdaulichen Stickstoffverbindungen, sowie an Mineralstoffen. Durchschnittlich dürften folgende Zahlen zutreffen:

	Stickstoff	Phosphorsäure	Kali	Von 100 Teilen des Stickstoffs sind löslich
Kot vom Pferd	0,35	0,35	0,35	20
„ von der Kuh . . .	0,30	0,15	0,10	14
„ vom Schaf	0,55	0,30	0,15	17
„ „ Schwein . . .	0,40	0,30	0,25	?

Die Wirkung des Stalldüngers beruht bekanntlich auf chemischen, auf physikalischen und auf bakteriologischen Ursachen. Der frische, unvermengte Kot der Tiere kann wesentliche Veränderungen in der mechanischen Beschaffenheit des Ackerbodens nicht hervorbringen. Im Körper der Tiere wurden die löslichen, leicht zersetzlichen Anteile der Futtermittel verdaut, indem solche in veränderter Form teils im Körper verblieben, teils in den Harn übergingen. Diejenigen organischen Stoffe der verzehrten Futtermittel, welche bei der Verdauung ungelöst bleiben und im Kot enthalten sind, können die physikalische Beschaffenheit des Bodens nach der Düngung nur wenig verändern. Wir wollen daher die etwaige physikalische Wirkung des Kotes ganz außer Betracht lassen.

Wie steht es nun mit der chemischen Wirkung? — Von den obengenannten Pflanzennährstoffen hat unzweifelhaft der Stickstoff ein größeres Interesse für

uns, als die Phosphorsäure und das Kali. Der chemische Wirkungswert des Stalldüngers wird häufig allein nach dem Nutzertrage bemessen, den der Stickstoff ergibt. Um über die Wirkung des im Kote enthaltenen Stickstoffs Aufklärungen zu erhalten, sind von Rudorf auf einem bei Leipzig gelegenen Versuchsfelde Untersuchungen ausgeführt, allerdings nicht im freien Lande, sondern in Gefäßen. Auf dem Felde wurde eine Grube von 2 m Breite, 12 m Länge und 1,1 m Tiefe gemacht und in diese sind 24 Tonröhren in zwei Reihen aufgestellt. Diese Röhren waren 1,1 m lang und 60 cm breit. Sie sind in Entfernungen von 25 cm aufgestellt, dann Untergrund und Obergrund getrennt eingefüllt. Die Schicht des Untergrundes war 75 cm, des Obergrundes 35 cm. Gedüngt wurde mit Kot. Andere Gefäße erhielten als Stickstoff-Dünger eine gewisse Menge von Salpeter. Überall ist mit Phosphorsäure und mit Kali reichlich gedüngt, so daß nur die Wirkung des Stickstoffs auf die Ernteerträge des eingesäeten Hafers hervortrat.[51])

Drückt man die Wirkung des Salpeters auf den Ernteertrag durch die Zahl 100 aus, so waren durch eine gleiche Menge des in der Düngung gegebenen Stickstoffs in Form von Rinderkot 23,3, Pferdekot 17,8, Schafkot 35,8 Teile an Erntesubstanz erzielt.

Während der Vegetationszeit war der Boden zweimal gelockert, um der Luft Zutritt zu gewähren. Mit den anderen Pflanzennährstoffen war reichlich gedüngt, so daß man annehmen mußte, der Stickstoff der Kotarten würde zu einer möglichst guten Ausnutzung gelangen. Wenn trotzdem der Erfolg kein hoher war, so liegt dies daran, daß der im Kot enthaltene Stickstoff schwer löslich ist. Wir müssen ihn als ein minderwertiges Material betrachten.

Die von Rudorf ermittelten Zahlen für die Ausnutzung des Kot-Stickstoffs sind die höchsten, die jemals in der Literatur bekannt gegeben wurden.

Ich darf nicht verschweigen, daß andere Forscher, z. B. Maercker in Halle und Morgen in Hohenheim, eine viel schlechtere Ausnutzung des Kot-Stickstoffs fanden. Von Maercker ist auch die Nachwirkung des Kot-Stickstoffs geprüft.[58]) In Vegetationsgefäße, in denen die Wirkung des ersten Jahres ermittelt war, ist im Herbst Roggen eingesäet. Der Roggen kam gut durch den Winter, er entwickelte sich im zeitigen Frühjahr gut, aber das Wachstum hörte bald auf. Im Mai zeigten die Pflanzen die bekannten Anzeichen des Stickstoff-Hungers und die später ermittelten Ernteerträge waren so gering, daß von einer Nachwirkung des Kot-Stickstoffs kaum die Rede sein konnte. Von besonderem Interesse sind neuere Untersuchungen von Schneidewind,[52]) weil solche nicht in Töpfen, auch nicht in Tonröhren, sondern auf dem Versuchsfelde in Lauchstädt gewonnen wurden.

Es sind dem Boden 197,3 kg Stickstoff in Form von Kuhkot zugeführt, darin waren 30 kg Stickstoff in löslicher Form enthalten. Die Ausnutzung innerhalb dreier Jahre war aber nur 8,13 %.

Bei anderen Versuchen sind dem Boden in Form von Pferdekot 270,8 kg Stickstoff zugeführt, davon 48,3 kg in löslichem Zustande. Es waren in drei Jahren, also einschließlich der Nachwirkung, nur 3,51 % des Stickstoffs in die Pflanzen übergetreten.

Dies dürfte ein wichtiger Nachweis für den geringen Wert des Kotes sein.

Es ist eine falsche Anschauung, wenn man gerade dem Kot der Tiere einen besonders hohen Düngewert zuschreibt. Unter gewissen Umständen kann der Kot sogar direkt nachteilig wirken.

Ich habe auf Seite 13 auf eigentümliche Lebewesen hingewiesen, welche in besonders großer Menge im Kot vorhanden sind. Sie vernichten den Salpeter, wenn sie solchen im Boden vorfinden, unter Freiwerden von Stickstoff, sie müssen jedoch zur Vollziehung dieser Arbeit eine lösliche, an Kohlenstoffverbindungen reiche Nahrung haben. Sehr oft kommt es vor, daß bei Mangel einer löslichen Nahrung andere Bakterien gewissermaßen die Vorarbeiter sind, indem diese aus schwer löslichen Materialien, wie Kot, Stroh u. s. w., die vorhandenen Kohlenstoffverbindungen zunächst löslich machen. Ein solcher Fall kann eintreten, wenn man frischen Kot und Salpeter in den Boden bringt. Dann wird der Nutzertrag, den der Salpeter an und für sich auf die Pflanzen ausüben kann, in dem Grade vermindert, als eine Vernichtung des Salpeters durch die Bakterien erfolgt.

Ich führe Versuche von M. Maercker an, welche in sandigem Lehm gemacht sind.[54]) Die Versuchspflanze war Hafer. Von je 100 Teilen des im Salpeter gegebenen Stickstoffs sind durch den ebenfalls in der Düngung gegebenen Kot zerstört:

Pferdekot I	. . . . .	42 Teile	Stickstoff.
„ II	. . . . .	47 „	„
Kuhkot	. . . . .	22 „	„
Ochsenkot	. . . . .	12 „	„
Schafkot I	. . . . .	16 „	„
„ II	. . . . .	23 „	„

Der Pferdekot wirkte hiernach in besonders hohem Grade auf den Salpeter vernichtend ein, und ist die Ursache wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß das Futter von Tieren, die keine Wiederkäuer sind, bisweilen etwas weniger gut ausgenutzt wird; es sind darin etwas größere Mengen von solchen Kohlenstoffverbindungen, die den Salpeter-vernichtenden Bakterien als Nahrung dienen konnten.

Wir müssen uns hüten, eine Düngung mit Salpeter gleichzeitig mit frischem Kot oder mit frischem Stalldünger zu geben.

Es seien noch einige Worte über die Phosphorsäure des Kotes gesagt. Fast die ganze Menge derselben wird von den Pflanzenfressern durch den Kot ausgeschieden, sie ist dort vorzugsweise in Form von phosphorsaurem Kalk zugegen, zum Teil auch in Verbindung mit Magnesia. Wir haben ferner mit der Tatsache zu rechnen, daß in den Futterstoffen stickstoffhaltige und phosphorhaltige Verbindungen vorkommen, die unverdaulich sind und die man unter den Sammelnamen der „Nukleine" zusammenfaßt.

Bei der chemischen Untersuchung des Kotes geht der Phosphor dieser Nukleine größtenteils oder vollständig in Phosphorsäure über, während tatsächlich ein Teil der „gefundenen" Phosphorsäure in einem für die zu düngenden Pflanzen nicht nutzbaren Zustande zugegen ist, und erklärt es sich, daß die Phosphor-

verbindungen des Kotes (und auch der Streumaterialien) nicht den völlig gleichen Nutzeffekt ausüben können, wie die Phosphorsäure des Superphosphates.

Setzt man die durch die Höhe der Ernteerträge zum Ausdruck kommende Wirkung der im Superphosphat vorhandenen Phosphorsäure gleich 100, so war nach Versuchen von Maercker die Wirkung der Phosphorsäure im Stalldünger bei starken Düngungen gleich 84 und bei schwächeren 80.[55]) Die Wirkung der Phosphorsäure ist hiernach eine gute. Bringt man auf die Fläche eines Hektars 300 Doppelzentner Mist, so ist darin so viel Phosphorsäure vorhanden, als in der Wirkung 60—70 kg Phosphorsäure des Superphosphates gleich kommen. Bei der hohen Ausnutzung der im Stallmist enthaltenen Phosphorsäure während des ersten Jahres nach der Anwendung wird man auf eine gute Nachwirkung im zweiten Jahre nicht zu rechnen haben, und ist es in den meisten Fällen unerläßlich, in den folgenden Jahren eine Düngung mit Superphosphat zu geben.

b) Die Wirkung des Harns.

Die physikalische und die bakteriologische Wirkung des Harns auf den Boden und indirekt auf die Pflanzen ist eine so geringe im Vergleich zu der chemischen Wirkung desselben, daß wir nur die letztere berücksichtigen wollen.

Die drei Pflanzennährstoffe: Stickstoff, Phosphorsäure und Kali sind sämtlich in leicht löslichem Zustande im Harn zugegen und daher ist anzunehmen, daß sie gut wirksam sind. Phosphorsäure kommt nur in Spuren im Harn vor.

Auch hier interessiert zunächst der Stickstoff, weil dieser der teuerste aller Pflanzennährstoffe ist. Nach Versuchen von Rudorf, die in der gleichen Weise wie die im vorigen Abschnitt erwähnten ausgeführt wurden, ist die Stickstoffwirkung eine vortrefflich gute gewesen. Drückt man die Wirkung des bei einigen Versuchen in Form von Salpeter gegebenen Stickstoffs durch die Zahl 100 aus, so war die Wirkung durch den Stickstoff von Kuhharn 112, Schafharn 105, Pferdeharn 102.

Wir ersehen hieraus, daß der im Harn enthaltene Stickstoff demjenigen des Salpeters ebenbürtig ist.

Man wird ferner annehmen müssen, daß das im Harn enthaltene Kali dem Kali der besten Kalisalze gleich ist und die Wirkung desselben nur durch gleichzeitig vorhandene Chloride für gewisse, besonders empfindliche Pflanzen vielleicht etwas abgeschwächt werden könnte. Jedoch ist die Menge der Chloride keineswegs so groß, daß diese auf Kartoffeln und Rüben, für welche der Stalldung vorzugsweise gebraucht werden soll, nachteilig sich bemerkbar machen könnte.

c) Die Wirkung von frischem Stroh allein gegeben und im Gemenge mit Kot und Harn.

Das Stroh enthält an Pflanzennährstoffen Stickstoff, Phosphorsäure und Kali, jedoch ist deren Menge verschwindend gering im Vergleich zu den organischen Substanzen in Form von Kohlehydraten, Holzfaser und dergl. Die Wirkung des Strohes ist vorzugsweise eine durch Bakterien veranlaßte, welche

Lebewesen die organischen Bestandteile als Nahrung benutzen. Erfahrungsgemäß wirkt ganz frischer „strohiger" Mist nicht gut, er muß erst einer Gärung unterliegen, die Bakterien müssen gewisse Anteile desselben verzehrt und in flüchtige Produkte umgewandelt haben. Es liegt die Annahme nahe, daß unzersetztes Stroh ebenfalls nicht vorteilhaft wirkt, und wurde diese Annahme von verschiedenen Forschern, beispielsweise von Maercker, bestätigt gefunden.

Die Wirkung der hierbei in Betracht kommenden Bakterien des Bodens müssen wir in der Weise erklären, daß diese nicht nur von den organischen, stickstofffreien Bestandteilen des Strohes leben, sondern sie wollen zum Aufbau ihres Leibes auch stickstoffhaltiges Material haben. Sie verzehren insbesondere die leicht löslichen Stickstoffverbindungen, mit denen sie im Boden in Berührung kommen, die Ammoniaksalze, die Amide, und lagern den Stickstoff in schwer löslicher Form als Eiweiß in ihrem Körper ab. Ist Salpeter im Boden, so vernichten die dort ebenfalls existierenden Salpeter-Zerstörer bei Gegenwart von frischem Stroh den Salpeter vollständig, derselbe entweicht im freien Zustande in die Luft. Es findet also ein Übergang der wertvolleren, für die Pflanzen nützlicheren Stickstoffverbindungen in schwer lösliche Substanzen und zwar teilweise unter Abspaltung von freiem Stickstoff statt. Die Pflanzen leiden dann Hunger nach Stickstoff, dieser Hunger kann nicht befriedigt werden und die Erträge sind mangelhaft. Unter Umständen kann man durch Unterpflügen von frischem Stroh geringere Erträge erzielen, als wenn man den Boden völlig ungedüngt läßt, da im letzteren Falle immer noch geringe Mengen von aufnehmbaren Stickstoffverbindungen im Boden sich vorfinden werden.

Maercker baute Hafer in sandigem Lehm an. Eine Beidüngung von Phosphorsäure und von Kali wurde nicht gegeben. Für einige Versuche ist frisches Stroh vorher in den Boden gebracht, bei anderen nicht. Die mit Stroh gedüngten Parzellen gaben geringere Erträge. Um zu erfahren, ob auch für die Nachfrucht die schlechte Wirkung des Strohes sich fortsetzt, ist sogleich nach der Ernte des Hafers mit Salpeter gedüngt und wurden Samen von weißem Sand ausgesäet. Die Erträge waren um so geringer, je mehr Stroh im Frühjahr in den Boden gebracht war.[56])

Maercker hatte diese Versuche unter besonders ungünstigen Verhältnissen ausgeführt. Er benutzte Vegetationsgefäße, nicht freies Land, und muß in einem seitlich geschlossenen Behälter die Oxydation der organischen Masse viel weniger gut sich vollziehen, als wenn der atmosphärische Sauerstoff zu dem zu oxydierenden Material in hinreichender Menge hinzutreten kann. Ferner hatte Maercker den Fehler gemacht, daß das Stroh kurze Zeit vor der Aussaat des Hafers in den Boden gebracht wurde. Dies ist nicht richtig, der Boden konnte sich nicht genügend setzen, er befand sich für die keimende Saat in einem physikalisch nicht vorteilhaften Zustande.

Rudorf[57]) machte in Leipzig Versuche in Tonröhren und unter Bedingungen, die auf Seite 107 näher beschrieben wurden. Das Stroh war 6 Wochen vor der Saat in den Boden gebracht. Die Mindererträge waren nicht so hoch

wie bei Maercker, sie betrugen für das Stroh des Pferdedüngers $2^1/_4$% und beim Stroh des Kuhdüngers nur 4% gegenüber den Versuchen mit den mit Stroh nicht gedüngten Gefäßen.

Weitere Untersuchungen liegen von Hiltner vor. Dieser stellte ebenfalls fest,[58]) daß Stroh schädlich wirkt, wenn man zu den Düngungsversuchen Vegetationsgefäße benutzt. Dagegen trat im freien Lande eine solche Schädigung nicht hervor. Hiltner meint, daß in einem seitlich geschlossenen Vegetationsgefäße nicht nur die Oxydation der organischen Stoffe langsamer erfolge, sondern daß auch hier die von den Bakterien ausgeschiedenen Stoffwechselprodukte hindernd wirken könnten. Zweifellos entstehen bei der Zersetzung von Stroh gewisse organische Säuren, wie Buttersäure und dergl., welche vielleicht nachteilig wirken können, wenn diese nicht in der umliegenden Erde sich weiter verbreiten und dadurch gewissermaßen verdünnt werden können.

Es seien noch die Ergebnisse einiger interessanter Versuche von Schneidewind angeführt.[59])

In Lauchstädt wurde ein Feld mit Stickstoff gedüngt, zum Teil mit Salpeter, teils mit Harn. In beiden Fällen ist eine gleiche Menge des Stickstoffs gegeben, nämlich 48 kg für ein Hektar. Außerdem wurde mit organischen Stoffen gedüngt, teils mit Weizenstroh, teils mit einem Gemenge dieses Strohes mit Kuhkot. Von den organischen Materialien ist so viel genommen, als der Trockensubstanz von 500 Doppelzentner Stalldünger entsprach. Die Menge der organischen Masse war so hoch bemessen, um die Wirkung derselben schärfer hervortreten zu lassen.

Es sind Pflanzen angebaut, welche die Fähigkeit haben, den Stickstoff schnell aufnehmen zu können: im ersten Jahre zweimal hintereinander Senf, im zweiten Jahre wieder Senf und im dritten Hafer.

I. Jahr.

Düngung	Ernte an organischer Tr.-Subst. Doppelzentner	Die Ernte enthielt Stickstoff kg	2. Vegetationsperiode. Alle Parzellen erhielten 2 Doppelzentner Chilisalpeter. Tr.-Subst. Doppelzentner	Stickstoff kg	Gesamternte: Differenz Tr.-Subst. Doppelzentner	Stickstoff kg
1. Harn . . .	26,4	60,45	18,5	59,94	—	—
2. Harn + Kuhkot + Stroh . .	22,1	44,76	15,4	47,47	—	—
	— 4,3	— 15,69	— 3,1	— 12,47	— 7,4	— 27,89
3. Salpeter . .	27,9	66,48	16,8	54,60	—	—
4 „ + Stroh	23,3	49,75	15,5	45,42	—	—
	— 4,6	— 16,73	— 1,3	— 9,18	— 5,9	— 25,91

II. Jahr. Nachwirkung (Senf). Alle Parzellen erhielten 2 Doppelzentner Salpeter.

	Ernte an organischer Tr.-Subst.	Die Ernte enthielt Stickstoff	2. Vegetationsperiode.		Gesamternte: Differenz	
			Tr.-Subst.	Stickstoff	Tr.-Subst.	Stickstoff
	Doppelzentner	kg	Doppelzentner	kg	Doppelzentner	kg
1.	37,6	82,34	24,5	55,37	—	—
2.	37,5	86,25	24,1	60,25	—	—
	— 0,1	+ 3,91	— 0,4	+ 4,88	— 0,5	+ 8,79
3.	38,5	77,00	22,8	52,90	—	—
4.	37,7	68,99	23,2	54,29	—	—
	— 0,8	— 8,01	+ 0,4	+ 1,39	— 0,4	— 6,62

III. Jahr. Nachwirkung. Gedüngt mit Kali und mit Phosphorsäure, nicht mit Stickstoff (Hafer).

	Körner	Stroh und Spreu	Die Ernte enthielt: Stickstoff
	Doppelzentner	Doppelzentner	kg
1.	33,79	45,14	65,35
2.	34,81	44,08	70,95
	+ 1,02	— 1,06	+ 5,60
3.	31,96	36,27	61,36
4.	33,27	36,83	66,10
	+ 1,31	+ 0,56	+ 4,74

Bei diesen Versuchen wirkte Weizenstroh, allein gegeben, schlechter als im Gemenge mit Kot. Erst im dritten Jahre zeigte das Stroh für sich und im Gemisch mit Kot eine Wirkung. Dies ist dadurch zu erklären, daß die Bakterien, bei gleichzeitigem Vorhandensein gewisser organischer Kohlenstoffverbindungen sowie von Stickstoffverbindungen, eine größere Menge des Stickstoffs in Form von Eiweiß festlegten, wie bei Abwesenheit organischer Stoffe. Der Eiweiß-Stickstoff kam erst im dritten Jahre zur Wirkung.

Im dritten Jahre ist indes eine geringere Menge von Stickstoff in die Pflanzen übergetreten, als im ersten Jahre unwirksam geworden war.

Im ersten Jahre betrug der Mindergehalt der Pflanzen an Stickstoff auf der Parzelle 2 (Kot und Stroh) . . . . . = 27,89 kg
im zweiten und im dritten Jahre war der Mehrertrag . = 14,39 „
bleibt ein Minderertrag von 13,5 kg.

Im ersten Jahre war der Minderertrag auf der Parzelle 4 (Stroh) = 25,91 kg Stickstoff,
im zweiten und im dritten Jahre war der Minderertrag = 1,88 „ „
Gesamt-Minderertrag 27,79 kg Stickstoff.

Aus diesen Ergebnissen geht hervor, daß frisches Stroh eine schädliche Wirkung ausübt. Dasselbe ist vom Gebrauche als Dungmaterial auszuschließen. Hat man Überfluß an Stroh, so wende man dieses nur dann an, wenn es einigermaßen sich zersetzt hat; vielleicht dürfte eine vorherige Kompostierung mit Erde vorteilhaft wirken. Ganz unzulässig ist es, Stroh mit Salpeter oder mit anderen Materialien, welche lösliche Stickstoffverbindungen enthalten, gleichzeitig in die Erde zu bringen.

2. Allgemeines über die Wirkung des Stalldüngers.

a) Die Wirkung des Stickstoffs im Stalldünger.

Die Wirkung des Stalldüngers ist eine recht mannigfaltige. Im wesentlichen setzt sie sich zusammen:

1. aus dem Nutzen, den die Pflanzen aus dem darin vorhandenen Stickstoff Phosphorsäure und Kali zu ziehen vermögen,
2. aus der Tätigkeit, welchen die im Stalldünger vorhandenen Bakterien im Boden ausüben,
3. ist zu berücksichtigen, daß nicht nur die Mistbakterien, sondern auch die im Boden bereits vorhandenen kleinen Lebewesen den Stalldünger als Nahrung verwenden, die letzteren daher lebensfähiger werden und somit eine Wirkung auch auf die Bestandteile des Bodens auszuüben vermögen,
4. wirkt der Stallmist in physikalischer Hinsicht auf den Boden in der Weise ein, daß dieser für das Wachstum der Pflanzen geeigneter wird.

Man pflegt die unter 1 erwähnte Wirkung als eine „chemische", die anderen als „physikalische" zu bezeichnen. Ganz richtig ist dies nicht, denn die Bakterien veranlassen sowohl chemische, wie auch physikalische Veränderungen des Bodens und des dorthin gebrachten Stalldüngers.

Über die Wirkung von Kali und Phosphorsäure können wir kurz hinweggehen. Das Kali ist im Stalldünger fast ausschließlich in leicht löslicher Form zugegen, und kann es keinem Zweifel unterliegen, daß dieses eine ebenso gute Wirkung ausübt, wie die löslichen Kalisalze des Handels. Von der Phosphorsäure erwähnte ich bereits auf Seite 109, daß nach Versuchen von Maercker diese fast ebenso wirkungsvoll sich erwiesen hat, wie die Phosphorsäure des Superphosphates. Wir bezweifeln den Wert dieser beiden im Stalldünger enthaltenen Nährstoffe nicht, wir müssen andererseits aber sagen, die beiden Bestandteile sind nicht von ausschlaggebender Bedeutung. Man kann Kali und Phosphorsäure ebenso billig und ebenso gut in Handelsdüngern kaufen, als wir diese Substanzen in Form von Stallmist anwenden.

Der seit längerer Zeit geführte Streit über den Wert des Stalldüngers betraf vorzugsweise die Frage, welchen Wert man dem Stickstoff, bei einer ver-

schiedenen Behandlungsweise des Düngers, beilegen könne. Diese Frage ist ungemein schwierig zu beantworten und wir müssen gestehen, daß sie auch heute noch nicht so geklärt ist, wie dies wünschenswert erscheint.

Zunächst war festzustellen: Wie haben wir, in wissenschaftlich einwandsfreier Weise, den Wirkungswert zu prüfen. In dieser Hinsicht sind jahrelange Versuche unserer besten Forscher ergebnislos gewesen.

Der erste, welcher näher sich damit beschäftigte, war P. Wagner.[60]) Dieser verwendete seine Vegetationsgefäße, kam aber zu nicht ganz richtigen Schlüssen, weil die angewendete Methode für ein Material nicht richtig war, bei denen die Bakterien eine hervorragend wichtige Rolle spielen.

Sodann hat M. Maercker außerordentlich viel Zeit und Mühe geopfert, um von der Wagner'schen Versuchsanordnung ausgehend, ein zutreffendes Bild über den Wert des Stickstoffs im Stalldünger zu erhalten. Auch die Maercker'schen Versuche (soweit solche in Vegetationsgefäßen ausgeführt wurden) waren nicht fehlerfrei und sei nur die eine Tatsache erwähnt, daß Maercker auffälligerweise das wichtige Gesetz des Minimums dabei ganz unberücksichtigt ließ. Es fand keine Beidüngung mit Kali und mit Phosphorsäure statt. Maercker[61]) verwendete bei der Düngung eine bestimmte Menge von Stickstoff in Form von Stalldünger, ermittelte aber nicht, oder doch nur in einigen Fällen, wieviel Stickstoff in den Ernteprodukten enthalten und demgemäß in die Pflanzen übergetreten war, sondern es ist nur die Menge der Ernteprodukte festgestellt. Diese Menge mußte aber ganz verschieden sein, je nachdem entweder der Stickstoff oder ein anderer Vegetationsfaktor im Minimum sich befand. War der Stickstoff in geringster Menge vorhanden, dann wurde viel von einem an Stickstoff armen Ernteprodukte erzeugt. Fehlte es dagegen an Phosphorsäure oder an Kali, oder an irgend einer anderen Wachstumsbedingung, dann ist eine geringe Menge eines an Stickstoff reichen Ernteproduktes erhalten.

Von weiteren Arbeiten, welche den Zweck hatten über die Wirkung des im Stalldünger vorhandenen Stickstoffs Klarheit zu erhalten, seien die Versuche von Pfeiffer erwähnt.[62])

Pfeiffer nahm zum Teil große Vegetationsgefäße, welche 27 kg Erde faßten, zum Teil Erdparzellen von genau 1 qm Größe, die seitlich, bis auf eine Tiefe von $1^1/_2$ m durch zementiertes Mauerwerk abgeschlossen, unten dagegen nicht gemauert waren. Auf die Ergebnisse, welche in den Vegetationsgefäßen erhalten wurden will ich nicht näher eingehen und nur bemerken, daß von Pfeiffer eine Beidüngung von Kali, Phosphorsäure und Kalk gegeben ist, also das Gesetz des Minimums beachtet wurde. Die Ausnutzung des Stickstoffs in den Vegetationsgefäßen war wesentlich besser, als bei den früheren Versuchen von Wagner und von Maercker, aber doch schlechter als in den „Erdparzellen". Offenbar ist die Durchlüftung in den geschlossenen Gefäßen eine mangelhafte, den Bakterien des Stalldüngers nicht zusagende gewesen und waren die letzteren teilweise gehindert die Stickstoffverbindungen des Stalldüngers in einen aufnahmefähigen Zustand zu bringen.

Für die Versuche in den Erdparzellen wurde ein an Stickstoff armer Sandboden genommen und erhielt dieser eine sehr starke Düngung mit Superphosphat, mit Chlorkalium, schwefelsaurem Kali und mit gebranntem Kalk. Wenn wir die Verhältnisse auf die Größe eines Hektars übertragen, so war gegeben:

	Phophorsäure kg	Kali kg	Kalk Doppelzentner
im ersten Jahre	200	250	20
„ zweiten „	100	—	—
„ dritten „	80	—	—

Ich lasse dahin gestellt, ob es nötig gewesen wäre, so riesige Mengen von Pflanzennährstoffen zu geben, es ist aber jedenfalls der Zweck erreicht, daß die Pflanzen keinen Mangel daran litten.

Einige der kleinen Parzellen blieben ohne jede Stickstoffdüngung, andere erhielten Salpeter und bei einer dritten, größeren Versuchsreihe, wurde neben den vorstehend angegebenen Mineraldüngern, Stallmist in verschiedener Weise gegeben. Von den letzteren erhielten gewisse Parzellen so viel Stalldünger, als einer Menge von 600 Doppelzentner für ein Hektar entsprochen haben würde. Dieses Quantum ist auf einmal gegeben und sollte die Nachwirkung während dreier Jahre festgestellt werden.

Bei anderen Versuchen wurde jedes Jahr mit einer 200 Doppelzentner für 1 ha entsprechenden Menge gedüngt, bei wieder anderen ist nur im zweiten und im dritten Jahre eine je 200 Doppelzentner Mist entsprechende Menge gegeben und bei einer letzten Versuchsreihe ausschließlich im dritten Jahre. Nun hatte der Dünger in den drei Jahren nicht immer genau die gleiche Beschaffenheit, aber nach Maßgabe der ausgeführten chemischen Untersuchungen war es doch möglich, die Eigenschaften des verwendeten Düngers genau zu charakterisieren und gewisse Schlüsse über die Wirkung desselben zu ziehen. Die seitlich abgegrenzten Parzellen lieferten die Gewähr, daß eine Verschleppung von Düngstoffen auf die benachbarten Parzellen nicht stattfinden konnten, andererseits wichen die Versuchsbedingungen insofern von den natürlichen Verhältnissen ab, als der Boden vorher in die zementierten Abteilungen eingefüllt werden mußte, der Untergrund war daher viel mehr gelockert, als dies unter natürlichen Verhältnissen der Fall ist. Hierdurch ist die Zersetzung des Düngers in günstiger Weise beschleunigt, zumal der Boden an und für sich leicht war. Überhaupt verfolgte Pfeiffer den Zweck, zu zeigen, daß unter besonders günstigen Bedingungen die Wirkung des Stalldüngers nicht so schlecht war, wie die (früher ausgeführten Versuche von Wagner und von Maercker) ergeben hatten. Pfeiffer wollte den Stallmist wieder zu Ehren bringen und zu weiteren Untersuchungen Anlaß geben.

Die Versuchspflanzen bestanden im ersten Jahre aus Kartoffeln, im zweiten Jahre aus Winterroggen mit nachfolgendem weißen Senf, als Zwischenfrucht, und im dritten Jahre sind Möhren gebaut. Dies sind Pflanzen, welche im hohen Grade die Fähigkeit besitzen, den Stickstoff des Stalldüngers, sowohl an sich, wie auch mit Rücksicht auf ihre lange Vegetationsdauer, auszunutzen.

Die Verschiedenheit in der Versuchsanstellung ermöglichte es, daß man durch Rechnung feststellen konnte, wie hoch die Ausnutzung des Stickstoffs in den einzelnen Jahren und wie die Nachwirkung des Stickstoffs im Stalldünger bei schwachen und bei starken Gaben gewesen war.

Vom Salpeter ist jedes Jahr so viel gegeben, als einem Quantum von 100 kg Stickstoff für ein Hektar entsprach. Hiervon ging in die Pflanzen über:

in Kartoffeln	75,6	Teile	Stickstoff
Winterroggen	59,8	„	„
Senf	3,3	„	„ (als Zwischenfrucht, ohne neue Düngung mit Salpeter)
Möhren . . .	70,8	„	„
Durchschnitt:	69,2	Teile	Stickstoff.

Die Wirkung und die Nachwirkung des im Stallmist enthaltenen Stickstoffs war folgende:

In die Pflanzen sind von je 100 Teilen des im ersten Jahre bei der Düngung mit Stallmist gegebenen Stickstoffs übergegangen:

	Starke Gabe (600 D.-Ztr.)		Schwache Gabe (200 D.-Ztr.)	
Kartoffeln	49,0		48,4	
Winterroggen	7,3	12,7	9,8	14,1
Senf	5,4		4,3	
Möhren	2,3		0,8	
Gesamt-Wirkung:	64,0		63,4.	

Die Ausnutzung des Stickstoffs war somit, im Vergleich zum Salpeter-Stickstoff eine recht befriedigende.

Wir haben nun aber zu berücksichtigen, daß die Versuche von Pfeiffer unter Bedingungen angestellt wurden, die in hohem Grade für die schnelle Ausnutzung des im Stalldünger enthaltenen Stickstoffs sehr günstig waren. In einem „gewachsenen" Boden wird die Ausnutzung nicht so gut sein, und um so schlechter, je schwerer der Boden ist, je mehr der Zutritt der atmosphärischen Luft gehindert wird.

Aus den Versuchen ersehen wir ferner, daß der Stickstoff des Stalldüngers bei den verschiedenen Kulturpflanzen recht ungleich wirkt. Von dem in einer schwachen Gabe des Stalldüngers (200 Doppelzentner) enthaltenen Stickstoff sind im ersten Jahre ausgenutzt: von Möhren 40,8 %, von Winterroggen 19,2 %, von Kartoffeln 48,4 %.

Wir werden später Anlaß haben, darauf hinzuweisen, daß der Stickstoff des Stalldüngers bei den Hackfrüchten bei weitem am besten, viel besser als von den Halmfrüchten ausgenutzt wird.

Pfeiffer hat durch die Ausführung dieser Versuche das Verdienst sich erworben, daß er den Nachweis lieferte, wie hoch der Stickstoff des Stalldüngers ausgenutzt werden kann. In der Praxis wird man auf eine so hohe Aus-

nutzung nie kommen, wir werden uns nur bestreben müssen, dem theoretisch gesteckten Ziele so weit uns zu nähern, als dies möglich ist. Vor allem sollen wir darauf achten, daß der Boden, in welchen wir Stalldünger bringen, hinreichend gelockert ist, so daß die Bakterien die zur Zersetzung des Stalldüngers notwendige atmosphärische Luft vorfinden. Ferner sollen wir den Stallmist nur für solche Gewächse benutzen, bei denen die Ausnutzung des Stickstoffs eine entsprechend hohe ist. Unmöglich kann es gleichgiltig sein, ob von je 100 Teilen des in der Düngung gegebenen Stickstoffs im ersten Jahre 20 oder 40% in die Pflanzen eintreten können. Die Nachwirkung des im Stalldünger enthaltenen Stickstoffs ist vielfach überschätzt, man sehe zu, daß bereits im ersten Jahre der Stickstoff so gut als nur möglich ausgenutzt wird.

Die landwirtschaftliche Praxis stellt die berechtigte Forderung, daß nicht nur ermittelt wird, wie viel Stickstoff kann aus dem Stalldünger in die Pflanzen übergehen, sondern um wie viel lassen die Erträge nach einer Stallmistdüngung sich steigern? In dieser Hinsicht teile ich Versuche von Schneidewind aus der Versuchswirtschaft Lauchstädt mit.[63]) Düngt man ein Feld mit Kali, Phosphorsäure, und einen Teil desselben Feldes außerdem mit Stallmist, so gibt die letztere Abteilung die höchsten Erträge. Es würde aber ein Irrtum sein, wenn man annehmen wollte, daß der Mehrertrag nur durch den Stickstoff des Stalldüngers hervorgebracht ist. Der Stickstoff ist ein wichtiger Bestandteil des Mistes, aber nicht allein der ausschlaggebende. Die Erzeugung der Gare, die physikalische Veränderung der Ackerkrume nach dem Unterpflügen von Stalldünger hat einen hohen Wert.

Schneidewind baute Zuckerrüben und als Nachfrucht Gerste. Die Zuckerrüben erhielten für ein Hektar 100 kg von löslicher Phosphorsäure, 120 kg Kali und ein Teil des Feldes außerdem 400 Doppelzentner Tiefstalldünger. Für die nachfolgende Gerste ist nicht wieder mit Stallmist, aber nochmals mit Kali und mit Phosphorsäure gedüngt. Es sind 50 kg Phosphorsäure und 80 kg Kali gegeben.

Der Unterschied in den Erträgen ist bedingt durch die Wirkung des Stickstoffs, einschließlich der physikalischen und der bakteriologischen Wirkung des Stalldüngers. Der unter dem Einfluß des Stallmistes erzielte Mehrertrag an Zuckerrüben war im Durchschnitt der drei Jahre 1898 bis 1900:

Wurzeln Doppelzentner	Zucker Doppelzentner	Rübenkraut Doppelzentner
118,6	17,5	85,9

Ferner der Mehrertrag der Nachfrucht Gerste (in den Jahren 1899 bis 1901):

Körner Doppelzentner	Stroh Doppelzentner
10	14

Gleiche Versuche sind auch mit gewöhnlichem Hofdünger gemacht. Die Mehrerträge gegenüber den nicht mit Stallmist gedüngten Teilen des Feldes waren, auf 1 ha bezogen:

Zuckerrüben:			Gerste:	
Wurzeln	Zucker	Blätter	Körner	Stroh
Doppelzentner	Doppelzentner	Doppelzentner	Doppelzentner	Doppelzentner
106,1	16,54	87,9	8,73	6,35
Durch Tiefstalldünger mehr als durch Hofdünger:				
12,5	0,96	—	1,36	7,66

Die chemischen Analysen des Düngers auf den Gehalt an Stickstoff hatten folgendes ergeben:

	Tiefstalldünger in 400 Doppelzentner		Hofdünger in 400 Doppelzentner	
Stickstoff, leicht löslich . .	0,359 %	143,5 kg	0,189 %	75,5 kg.
„ gesamte Menge .	0,421 „	168,5 „	0,465 „	186,1 „

Der Tiefstalldünger enthielt fast die doppelte Menge an löslichem Stickstoff wie der andere und trotzdem war die Wirkung des Hofdüngers gut gewesen. Worauf ist dies zurückzuführen? Wir antworten: Darauf, daß die Menge des benutzten Stalldüngers eine zu große gewesen ist. Statt 400 Doppelzentner wären besser 200 oder 300 Doppelzentner genommen. Den Rüben stand mehr Stickstoff zur Verfügung, als diese nutzbringend verarbeiten konnten. Wir stellen die weitere Frage: Woran erkennen wir das? An dem Stickstoffgehalte der Ernteprodukte, namentlich an dem Stickstoffgehalte der Blätter.

Ein wichtiges Grundprinzip bei einer jeden Düngung besteht darin, daß der teuerste aller Pflanzennährstoffe, der Stickstoff, im relativen Minimum sich befinden muß. Wir wenden die billigeren Düngstoffe, Kali, Phosphorsäure, Kalk, in größeren Mengen an, so daß die Pflanzen keinen Hunger nach diesen Nährstoffen haben. Nur nach Stickstoff sollen sie Hunger haben und diesen eben befriedigen können.

Ein etwa vorhandener Überfluß an Stickstoff wird aufgenommen, ohne auf die Erhöhung der Ernteprodukte in ausgiebiger Weise nutzbringend einwirken zu können. Die Pflanzenteile und insbesondere die Blätter, sind dann reicher an Stickstoff, als Teile solcher Pflanzen, welche ihr Bedürfnis nach diesem Nährstoff nicht befriedigen konnten. Beispielsweise geschieht dies auf den Parzellen, die keine Stickstoffdüngung erhielten.

Bei den Versuchen von Schneidewind enthielten die Ernteprodukte an Stickstoff in der Trockensubstanz:

	Ohne Stallmist %	Tiefstalldünger %	Hofdünger %
Rübenwurzeln . . .	0,54	0,63	0,60
Rübenkraut	1,54	1,92	1,75
Gerstenkörner . . .	1,21	1,40	1,41
Gerstenstroh	0,42	0,52	0,41

Hieraus geht zweifellos hervor, daß die Rüben einen Überfluß an Stickstoff gehabt hatten und demgemäß ist die Ausnutzung des Stickstoffs eine auffallend geringe gewesen. Von dem in der Düngung gegebenen Stickstoff sind

nicht mehr als rund 25% im Laufe von zwei Jahren in die Pflanzen übergegangen. Die Pflanzen hatten nur leicht verwertbare Stickstoffverbindungen aufgenommen und keinen Anlaß die schwer zersetzbaren auszunutzen.

Weitere Versuche von Schneidewind beziehen sich auf Kartoffeln und auf deren Nachfrucht Weizen. Auch hier wurde mit Kali und mit Phosphorsäure reichlich gedüngt. Ein Teil des Feldes erhielt 266 Doppelzentner Stallmist.

Die Kartoffel ist eine Pflanze, welche den Stallmist am besten verwertet; es war das gegebene Quantum kein zu hohes und infolgedessen die Ausnutzung des Stickstoffs wesentlich besser, als bei den vorhin erwähnten Versuchen. Leider wurde unterlassen die Menge des Krautes der Kartoffeln und des darin enthaltenen Stickstoffs zu ermitteln, so daß nicht genau festgestellt werden konnte, wie hoch die gesamte Ausnutzung des Stickstoffs im Stalldünger sich stellt.

Fassen wir das Gesamtergebnis der Versuche über die Wirkung des Stickstoffs im Stalldünger zusammen, so müssen wir sagen, die Frage über die Wirkung des Stickstoffs ist endgültig noch nicht gelöst. Einerseits wird man die Untersuchungen von Pfeiffer, unter Verwendung anderer Bodenarten und anderer Pflanzen wiederholen müssen, und insbesondere auch die Versuche von Schneidewind einer neuen Prüfung zu unterziehen haben. Hierbei dürfte die Menge des Stalldüngers auf nicht mehr als 200 Doppelzentner für ein Hektar zu bemessen sein. Es sind alle Pflanzenteile zu wägen, der Gehalt an Stickstoff darin zu ermitteln und die Versuche unter verschiedenen Bodenverhältnissen mehrere Jahre hintereinander fortzusetzen, mit Berücksichtigung der Nachwirkung des Stalldüngers. Die Lösung dieser Frage ist von großer praktischer Bedeutung. Ohne Zweifel wirkt der Stallmist für Kartoffeln vorzüglich gut, auch für Rüben, Möhren und andere Hackfrüchte werden wir auf eine zufriedenstellende Wirkung rechnen können, dagegen haben wir eine Reihe von landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, bei denen die Anwendung von stickstoffhaltigen Handelsdüngern lohnender zu sein scheint, als der Gebrauch von Stalldünger. In dieser Hinsicht ist noch manches aufzuklären. Wissenschaftlich geleitete Versuche über die Ausnutzung des Stickstoffs im Stalldünger gehören zu den wichtigsten Aufgaben der Gegenwart.

b) Die Wanderung des aus dem Stalldünger herstammenden Stickstoffs in die Wurzeln und in die Blätter der Pflanzen.

Vom Salpeter ist es bekannt, daß derselbe sehr schnell wirkt, und insbesondere zu einer Vermehrung stickstoffhaltiger Verbindungen in den Blättern der Pflanzen Anlaß gibt. Die Blätter werden nach einer Düngung mit Salpeter schneller saftig grün, wie nach der Düngung mit irgend welchen anderen stickstoffhaltigen Materialien. Im Stalldünger haben wir eine langsamer fließende Quelle für Stickstoff und hat die Frage nach dem Verbleib dieses Stickstoffs in der lebenden Pflanze einiges Interesse.

Von Schneidewind ist ein Feld sehr reichlich mit Phosphorsäure und mit Kali gedüngt. Ein Teil des Feldes erhielt keinen Stickstoff, ein zweiter 5 Doppelzentner Salpeter, ein dritter 400 Doppelzentner Stallmist. (Die Angaben

sind auf die Fläche eines Hektars bezogen.) In den Ernteprodukten (es waren Zuckerrüben angebaut) ist der Gehalt an Stickstoff ermittelt.

Gehalt an Stickstoff in kg:	Wurzeln	Kraut	Zusammen
Düngung (außer Kali und Phosphorsäure)			
400 Doppelzentner Tiefstalldünger	75,18	89,06	164,24
400 „ Hofdünger	68,84	83,18	152,02
5 „ Salpeter	68,42	93,42	161,84
Kein Stickstoff gegeben	50,25	59,06	109,31
In die Pflanzen traten über aus:			
400 Doppelzentner Tiefstalldünger	24,93	30,00	54,93
400 „ Hofdünger	18,59	24,12	42,71
5 „ Salpeter	18,17	34,36	52,53

Was ersehen wir hieraus? — Der Salpeter-Stickstoff ist leicht löslich, er wandert schnell in die Blätter. Der Stallmist-Stickstoff ist nicht im gleichen Maße wanderungsfähig. Von diesem wird durch die Tätigkeit von Bodenbakterien täglich nur eine gewisse Menge gelöst, sie wandert in die Wurzeln, auch zu einer Zeit wo der Bedarf der Wurzeln an Stickstoff ein großer ist, das Nahrungsbedürfnis wird befriedigt und die Wurzeln gut ausgebildet. Vom Salpeter-Stickstoff tritt dagegen zur Zeit der wesentlichen Vergrößerung der Wurzeln der Zuckerrübe nur eine geringe Menge in die Wurzeln über, weil der schnell wanderungsfähige Salpeter bereits in den Blättern sich befindet. Die Wurzel kann nicht so gut sich ausbilden, weil die Blätter den Stickstoff festhalten. Die Ernteerträge an Wurzeln sind nun geringer, wie nach der Anwendung von Stallmist. Die langsam, aber fortdauernd, fließende Quelle des Stickstoffs aus dem Stalldünger scheint von großer Wichtigkeit für eine normale Ausbildung, gerade der Wurzelgewächse zu sein.

Greifen wir nochmals auf obige Zahlen zurück, so finden wir, daß von je 100 Teilen des Stickstoffs, welche aus dem Salpeter und aus dem Stallmist herstammten, in die Wurzeln übergetreten war:

Stickstoff aus Salpeter	34 Teile.
„ „ Tiefstalldünger	45 „
„ „ Hofdünger	43 „

Da die Wurzeln der Zuckerrüben wertvoller als die Blätter sind, ist der Nutzerfolg des Dünger-Stickstoffs ein besserer.

c) Die Ermittelung der physikalischen Wirkung des Stalldüngers.

Wir haben oben angegeben, daß dem Stalldünger nicht nur eine chemische, durch die vorhandenen Pflanzennährstoffe bedingte Wirkung zukommt, sondern daß auch die physikalische Eigenschaft des Bodens in mehrfacher Hinsicht durch den Stalldünger günstig beeinflußt wird. Diese Wirkung läßt sich messen und nachweisen, wenn wir ein Feld sehr reichlich mit Kali, Phosphorsäure und Stickstoff düngen und, falls der Boden arm an Kalk ist, außerdem noch Kalk hinzufügen.

Düngen wir dann einen Teil dieses Feldes mit Stallmist, so kommen die gleichen, im Stalldünger enthaltenen Nährstoffe gar nicht zur Wirkung. Die Mehrerträge, welche auf den Stallmistparzellen erzielt werden, sind nur den physikalischen Wirkungen des Stalldüngers zuzuschreiben.

Schneidewind führte Versuche für Zuckerrüben aus[64]) und gab für ein Hektar: 100 kg löslicher Phosphorsäure, 120 kg Kali und steigende Mengen von 2—6 Doppelzentner Salpeter.

Durch die Zugabe von Salpeter ist der Ernteertrag für 1 ha in folgender Weise erhöht:

	Rüben Doppelzentner	Zucker Doppelzentner
Durch 2 Doppelzentner Salpeter . .	53,7	9,54
„ 4 „ „ . . .	77,9	11,29
„ 6 „ „ . . .	78,2	11,30

Der Höchstbetrag war also bei 4 Doppelzentner des Salpeters erreicht, eine höhere Gabe von Salpeter blieb wirkungslos. Nach Maßgabe früherer Versuche konnte bei der Einleitung der Versuche erwartet werden, daß der fünfte Doppelzentner keine Wirkung ausüben würde, diese Annahme ist bestätigt, und wendete Schneidewind neben Kali und Phosphorsäure nun stets 5 Doppelzentner Salpeter und außerdem 400 Doppelzentner Stallmist an. Der Stalldünger steigerte den Ertrag in auffälliger Weise und konnte unter den gegebenen Verhältnissen diese Steigerung nur dadurch veranlaßt sein, daß keine chemische, sondern eine physikalische Wirkung des Stalldüngers dabei zum Ausdruck kam, denn das Nahrungsbedürfnis der Pflanzen war durch die reichlichen Gaben von Kali, Phosphorsäure und Stickstoff vollkommen befriedigt.

Leider fehlen in dem Berichte von Schneidewind die Angaben über den Kalkgehalt des Bodens. Es ist wohl anzunehmen, daß der Vorrat an diesem Stoffe ein genügender gewesen ist, denn sonst hätte auch eine Düngung mit Kalk stattfinden müssen. Dennoch halte ich es keineswegs für ausgeschlossen, daß auch bei hinreichendem Vorrat an Kalk, dieser ertragsteigernd gewirkt haben könnte, indem der in der Düngung gegebene, gebrannte oder kohlensaure Kalk die Zersetzung des Stalldüngers beschleunigt und die physikalische Wirkung desselben im ersten Jahre nach dessen Anwendung erhöht.

Die Mehrerträge, welche Schneidewind im Durchschnitt von 3 Jahren (1898—1900) erzielte, waren folgende:

	Rüben Doppelzentner	Zucker Doppelzentner	Kraut Doppelzentner
Durch Tiefstalldünger . .	96	12,45	74,8
„ Hofdünger	65,5	9,97	75,2

Die Steigerung ist eine ganz wesentliche und läßt den hohen Wert des Stalldüngers in physikalischer Hinsicht, im Bezug auf die bessere Gare des Bodens, deutlich erkennen. An und für sich war der Ertrag ohne Mistdüngung

auf dem Felde schon ein recht hoher, der Boden also in guter Kultur. Es sind ohne Mistdüngung 437,6 Doppelzentner Rüben von einem Hektar geerntet, welche Zahl durch den Tiefstalldünger auf 533 Doppelzentner erhöht wurde.

Für Kartoffeln wurden 100 kg Phosphorsäure, 80 kg Kali und 4 Doppelzentner Salpeter gegeben. Mengen von mehr als 4 Doppelzentner Salpeter blieben wirkungslos. Durch Beidüngung von 266 Doppelzentner Stalldünger wurde im Durchschnitt von 3 Jahren mehr geerntet:

	Knollen Doppelzentner	Stärkemehl Doppelzentner
Durch Tiefstalldünger	63,3	10,14
„ Hofdünger	56,9	10,51

Diese Beispiele mögen genügen, um den hohen Wert der physikalischen Wirkung des Stalldüngers zu beweisen. Der Stallmist lockert den Boden, er erhöht die wasserhaltende Kraft, die Bakterien werden zu einer lebhaften Tätigkeit angeregt, sie erzeugen Wärme, Kohlensäure, es werden die Mineralstoffe des Bodens schneller gelöst, es kann ein an und für sich bereits guter Boden eine noch bessere Gare erzielen.

Man pflegt den Stallmist als einen besonders guten Humusbildner zu preisen und die physikalische Verbesserung des Bodens auf den Humusgehalt zurückzuführen.

Es sei die Frage gestattet: Findet tatsächlich durch den Stallmist eine erhebliche Vermehrung des Humus, d. h. der verbrennlichen organischen Stoffe im Boden statt? Düngen wir ein Feld sehr reichlich mit Stalldünger, nehmen wir für 1 ha 400 Doppelzentner Mist, so sind darin 80 kg von organischer Substanz enthalten. Wir wollen annehmen, der Mist würde in der Ackerkrume bis zu einer Tiefe von 30 cm gleichmäßig verteilt, das Gewicht der Erde von einem Hektar bis zur Tiefe von 30 cm betrage im völlig lufttrockenen Zustande, so wollen wir annehmen, 40000 Doppelzentner, so würde die Vermehrung an organischer Substanz hiernach nur 0,2% sein. Wird die starke Düngung alle 4 Jahre wiederholt, so könnte in 20 Jahren der Gehalt der Erde auf 1% an organischer Masse steigen, wenn inzwischen nicht eine Zersetzung der organischen Bestandteile eintrete. Tatsächlich geht die Zersetzung der organischen Stoffe verhältnismäßig schnell vor sich und beruht die physikalische Wirkung des Stalldüngers weniger in einer Erhöhung des Gehaltes der Ackerkrume an organischer Substanz, als vielmehr in einer durch die organischen Stoffe veranlaßten und vermehrten Tätigkeit von Bodenbakterien, welche mannigfaltige stoffliche Umsetzungen bewirken und auch gasförmige Produkte liefern, die die feinsten Teilchen der Erdkrume lockern und dadurch die Gare hervorbringen.

Wenn der Humus an und für sich eine große Bedeutung für das Wachstum der Pflanzen hätte, so müßten die Moorböden einen besonderen Wert haben. Dies ist nicht der Fall. Humushaltige organische Substanzen sind nur dann hoch zu schätzen, wenn solche in einer lebhaften Umsetzung durch die Tätigkeit

von Bakterien sich befinden; nicht die tote, sondern die lebende, das ist die mit Bakterien reichlich durchsetzte organische Substanz, ist diejenige, welche die richtige Gare im Boden erzeugt.

d) Die Wirkung von frischem und von altem, von frühzeitig und von spät untergepflügtem Stalldünger.

Wiederholt habe ich darauf hingewiesen, daß die praktische Erfahrung über die schlechtere Wirkung eines frischen Stalldüngers, der noch nicht genügend vergoren ist, wissenschaftlich begründet werden kann, es müssen die Bakterien zunächst einen wesentlichen Teil der Einstreu, unter Bildung von Kohlensäure, zersetzen.

Die Bakterien gebrauchen die im frischen Dünger enthaltenen Kohlehydrate als Nahrung, sie verzehren gleichzeitig lösliche Stickstoffverbindungen, führen diese in schwerer lösliche Substanzen über und es beruht eine der schlechten Wirkungen des frischen Stalldüngers darauf, daß die Pflanzen Mangel an löslichen Stickstoffverbindungen haben, da diese von den Bakterien zum Teil festgelegt sind und erst allmählich, bei fortschreitender Gärung des Düngers, wieder lösliche Form annehmen. Zweifellos wirkt frischer Stallmist schlecht.

Ganz unzulässig ist es frischen Stalldünger kurz vor der Aussaat von irgend welchen Samen in den Boden zu bringen. Der frische Stalldünger würde:

1. Den Boden so sehr lockern, daß der Samen entweder nicht aufquillt, die Keimung schlecht und ungleichmäßig erfolgt oder die jungen Keimlinge trocken in dem gar zu lockeren Boden ein. Der Boden muß sich erst gesetzt haben, bevor nach der Düngung mit Stallmist der Samen in den Boden gebracht wird.
2. Der frische Dünger nimmt aus der Bodenluft viel Sauerstoff fort und kann unter Umständen ein Mangel an Sauerstoff die Keimung der Samen hindern.
3. Bilden sich bei der Zersetzung des frischen Düngers gasförmige Produkte, welche vielleicht nachteilig auf die jungen Keime einwirken.

Wir haben also aus verschiedenen Gründen die Anwendung von ganz frischem Mist zu vermeiden.

Eine andere Frage ist es, ob es zweckmäßiger sein wird, den Dünger auf der Düngerstätte des Hofes vollständig vergären zu lassen und ihn unmittelbar vor der Bestellung in den Boden zu bringen, oder ob man bessere Ergebnisse erzielt, wenn der Mist recht frühzeitig untergepflügt wird und dieser die Gärung im Boden vollendet. Allgemein hat man die Beobachtung gemacht, daß der im Boden lagernde Dünger besser wirkt. Maercker verwendete sehr verschiedene Mistarten: Kuhdünger, Schweinedünger, gemischten Hofdünger, Pferdedünger, Schafdünger und wurde dieser Mist teils auf dem Hofe gelagert, teils sofort untergepflügt.[65]) Der gelagerte ist kurz vor der Bestellung in den Boden gebracht. Als Versuchspflanze diente stets Hafer. Derjenige Mist, welcher längere Zeit vor der Bestellung in den Boden gebracht war, wirkte viel besser. Die Zeit, während welcher der Dünger im Boden gelagert hatte, schwankte von 35 bis zu 103 Tagen.

Maercker sagt: Wir finden durch diese Beobachtung die alte Erfahrung der Praxis, daß die Wirkung des frisch untergepflügten Düngers meist eine mangelhafte, die des vor Winter aber untergebrachten eine gute ist, vollständig bestätigt."

Wie ist diese Tatsache zu erklären?

Wir müssen uns vorstellen, daß die Mistbakterien auf der Düngerstätte keinen Hunger nach organischen Stoffen haben, sie sind gewissermaßen damit gesättigt. Die Bakterien scheiden Stoffwechselprodukte aus (Buttersäure und dergl.), welche auf der Düngerstätte sich ansammeln und die Tätigkeit der Bakterien nicht günstig beeinflußen. Infolge des Überflusses an organischer Nahrung ist die Zersetzung von Stickstoffverbindungen unter Entweichen von freiem Stickstoff eine erhebliche.

Im Boden haben die Mistbakterien eine Konkurrenz durch hungrige Bodenbakterien. Die Bestandteile des Mistes liegen hier einzeln, sie sind von Erde vollständig umgeben, also den Angriffen der Bakterien in höherem Grade ausgesetzt. Die etwa schädlich wirkenden Stoffwechselprodukte werden von den umgebenden Erdschichten aufgesogen und — was besonders wichtig ist — es findet eine erhebliche Entbindung von freiem Stickstoff wahrscheinlich nicht statt, weil nach kurzer Zeit ein Überfluß an organischer Nahrung nicht mehr vorhanden ist. Nach unseren heutigen Vorstellungen müssen wir annehmen, daß zur Abspaltung von freiem Stickstoff aus Stickstoffverbindungen den Bakterien eine Energiequelle zur Vollziehung dieser Arbeit zur Verfügung stehen muß. Fehlt diese, dann haben wir wesentliche Verluste an freiem Stickstoff nicht zu fürchten.

Bezüglich der Erfolge eines frühzeitigen und eines späten Unterpflügens von Stalldünger sei folgendes Beispiel erwähnt.

Maercker ließ für ein für Kartoffeln bestimmtes Feld den Tiefstalldünger teils im Dezember ausfahren und sofort unterpflügen, teils wurde der Dünger erst im zeitigen Frühjahr auf einem Teile desselben Feldes in den Boden gebracht. Die Bestellung der Kartoffeln geschah Anfang April. Die Witterung des Winters (1898) war milde und konnte eine gute Zersetzung des im Dezember untergepflügten Düngers stattfinden.[66])

Nach Anwendung von 200 Doppelzentner Stallmist für ein Hektar wurden geerntet:

Dünger untergepflügt im Dezember	. . .	331 Doppelzentner.
" " " Frühjahr	. . .	301 "

Der Dünger wird nirgends besser konserviert, als im Boden nach dem frühzeitigen Unterpflügen desselben.

e) Ist es besser, den im Herbste aufs Feld gebrachten Stalldünger sofort unterzupflügen oder ihn gebreitet während des Winters liegen zu lassen?

Die gestellte Frage wurde bereits auf S. 97 eingehend behandelt und kamen wir zu dem Ergebnisse, daß im allgemeinen das sofortige Unterpflügen des Düngers das empfehlenswertere Verfahren ist, aber hin und wieder ein Anlaß vorliegen kann, um den Dünger einige Zeit gebreitet, unter Umständen

vielleicht den ganzen Winter hindurch, auf der Oberfläche des Feldes liegen zu lassen.

Nachstehend gebe ich die Resultate einiger Versuche bei Kartoffeln an, die auf Veranlassung von Remy gemacht wurden.[67]) Bei den ersten 7 Versuchen, welche in der Provinz Brandenburg ausgeführt wurden, war der Boden ein lehmiger Sand, bei dem letzten Versuche in Schlesien lag ein humoser Lehm vor. Gedüngt ist mit Rindviehdünger, die Ausfuhr des Düngers erfolgte zu sehr verschiedener Zeit, von Ende Oktober bis Mitte Januar, meist im November. Der Dünger ist von den 8 Versuchsanstellern unter ganz verschiedenen Verhältnissen gewonnen, namentlich war die Fütterung der Kühe und der Ochsen eine ganz ungleiche, desgleichen die Vorfrucht und die Düngung zur Vorfrucht, die Kartoffelsorten, die Menge des angewendeten Stalldüngers. Die letztere schwankte von 180—400 Doppelzentner für ein Hektar. In einem Falle ist Torfmull zugesetzt, im anderen nicht. Die Art des Beidüngers zu den Kartoffeln (Kali, Phosphorsäure, Stickstoff) blieb den Versuchsanstellern überlassen. Der Dünger ist in den meisten Fällen ganz frisch, zum Teil unmittelbar aus dem Stalle aufs Feld gefahren, also noch nicht vergoren gewesen. Jedenfalls waren die Versuchsbedingungen so mannigfaltig, wie nur irgend möglich, und daher ein Vergleich der einzelnen Versuche untereinander nicht statthaft.

Zieht man trotzdem das Mittel aus allen Versuchen, so kommt man zu dem Ergebnis, daß im Vergleich zu den mit Stallmist nicht gedüngten Parzellen folgende Mehrerträge erzielt wurden:

	Stallmist sofort untergepflügt	Stallmist gebreitet und im Frühjahr untergepflügt
Knollen (Doppelzentner für 1 ha) . .	42,6	23,3
Stärkemehl „ „ 1 „ . .	4,6	2,1

Es seien auch Versuche von B. Schulze in Breslau erwähnt. Dieser stellte die Frage: Ist es besser den Stallmist im Herbste zu breiten und ihn bis zum Frühjahr gebreitet liegen zu lassen, oder sind die auf dem Felde zu errichtenden Düngerhaufen mit Erde zu bedecken und der Mist erst im Frühjahr zu breiten? Diese Frage wurde dahin beantwortet, daß es besser sei, den Dünger im Herbst zu breiten. Auch sogar die Nachwirkung des im Herbste gebreiteten Düngers während des zweiten Jahres war eine bessere. Leider ist nicht geprüft, in welcher Weise das sofortige Unterpflügen gewirkt haben würde. Nach Erfahrungen anderer Beobachter tritt durch das Kompostieren und das Bedecken des Stalldüngers mit Erde keine Wertverminderung ein.

Im allgemeinen möchte ich sagen, daß aus Gründen, die in einem früheren Abschnitte (S. 97) näher dargelegt wurden, in den meisten Fällen das sofortige Unterpflügen des Düngers die beste Gewähr für eine gute Wirkung des Düngers zu bieten scheint, indes dürfte es wünschenswert sein, daß diese wichtige Frage

unter den verschiedensten Verhältnissen des Bodens und des Klimas einer erneuten Prüfung unterzogen wird. (Es sei auch verwiesen auf Versuche von Gerlach im „2. Berichte des Versuchsgutes Pentkowo 1902".)

3. Die Steigerung der Erträge durch verschiedene Sorten von Stalldünger.

Die Tatsache, daß durch den Gebrauch von Stalldünger die Erträge der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen gesteigert werden können, muß als so selbstverständlich gelten, daß es überflüssig sein würde hierfür Beweise beibringen zu wollen. Man weiß auch, daß der erzeugte Stalldünger einen sehr ungleichen Wert haben kann, und habe ich an verschiedenen Stellen dieses Buches bereits darauf hingewiesen. Trotzdem dürfte es nicht überflüssig sein nochmals einige zahlenmäßige Nachweise für den ungleichen Wert desselben zu bringen.

a) Die Wirkung von Rindviehmist aus Tiefställen und aus Flachställen, von offener und von überdachter Düngerstätte.

Ich wähle Versuche von Maercker, die in der Versuchswirtschaft zu Lauchstädt ausgeführt wurden.

I. Versuche für Zuckerrüben.

Für Zuckerrüben wurde mit 400 Doppelzentner Stalldünger gedüngt und sind außerdem später 4 Doppelzentner Salpeter gegeben. Die Ernteerträge waren folgende:[68])

	Rüben Doppelzentner	Zuckergehalt %	Zucker Doppelzentner
1. Tiefstalldünger	459,4	16,7	76,74
2. Hofdünger, überdacht gelagert . .	405,8	17,2	69,80
3. „ offen „ . .	381,6	17,5	66,78
Unterschied zwischen 1 u. 2 . . .	53,6	—	6,94
„ „ 1 „ 3 . . .	77,8	—	9,96

Durch den verwendeten Stalldünger kamen auf 1 ha:

	Phosphorsäure kg	Kali kg	Stickstoff kg
Tiefstalldünger	164	328	310
Hofdünger, überdacht gelagert . . .	183	356	243
„ offen „ . . .	154	272	211

Ferner seien aus den Versuchen eines anderen Jahres folgende Durchschnittszahlen angegeben:[69])

	Rüben Doppelzentner	Zuckergehalt %	Zucker Doppelzentner
Nach Tiefstalldünger	546	16,8	91,7
„ Hofdünger	486	16,5	80,4
Durch Tiefstalldünger mehr:	60,0	0,3	11,3

	Rüben Doppelzentner	Zuckergehalt %	Zucker Doppelzentner
400 Doppelzentner Tiefstalldünger mit Phosphorsäure	498,2	17,0	84,70
400 Doppelzentner Hofdünger mit Phosphorsäure	452,5	16,8	76,26
Mittel:	475,4	—	80,48
Nur Phosphorsäure	364,4	17,2	62,89
Mehr durch Stalldünger:	111,0	—	17,59

II. Versuche für Kartoffeln.

Gedüngt mit 200 Doppelzentner Stallmist.[70])

Dünger:	Erträge: Knollen Doppelzentner	Stärkemehl %	Stärkemehl Doppelzentner
1. Tiefstalldünger	236,6	17,1	40,46
2. Hofdünger, überdacht gelagert	222,6	17,1	38,07
3. „ offen „	205,5	17,9	36,60
Ungedüngt:	178,9	17,7	31,72

Es gaben mehr gegen ungedüngt:

	Kartoffeln Doppelzentner	Stärkemehl Doppelzentner
200 Doppelzentner Tiefstalldünger	57,7	8,74
200 „ Hofdünger, überdacht gelagert	43,7	6,35
200 „ „ offen „	26,6	4,88

1 Doppelzentner Tiefstalldünger gab . . . . . 28,9 kg Kartoffeln
1 „ Hofdünger, überdacht gelagert . . 21,0 „ „
1 „ „ offen „ . . 13,3 „ „

Im Durchschnitt: 21,4 kg Kartoffeln.

Andere Versuche bei Kartoffeln ergaben folgendes:[71])

	Kartoffeln Doppelzentner	Stärkemehl %	Stärkemehl Doppelzentner
1. Tiefstalldünger + Phosphorsäure	254,2	19,40	49,35
2. Hofdünger + Phosphorsäure	207,7	20,95	43,54
Tiefstalldünger mehr:	46,5	—	5,81
3. Ohne Stallmist wurden bei Düngung mit Phosphorsäure geerntet	176,9	—	37,03
Unterschied zwischen 1 u. 3:	77,3	—	12,32
„ „ 2 „ 3:	30,8	—	6,51

Der ungleiche Wert des Stalldüngers tritt durch die mitgeteilten Zahlen deutlich hervor. In der Praxis sind die Unterschiede noch viel größer. Man berücksichtige, daß man in Lauchstädt sich alle Mühe gab, den Stalldünger gut

zu konservieren, man wollte die Unterschiede kennen lernen, welche bei einer guten Behandlung von Stalldünger durch den Einfluß des Tiefstalles und der Überdachung des Hofdüngers hervortreten und hat man keineswegs den Dünger mangelhaft behandelt. In der Praxis geschieht die Behandlung des Düngers im allgemeinen nicht gut, sie ist mit Ausnahme einiger Gegenden in Deutschland eine außerordentlich schlechte und müssen dann noch größere Unterschiede in der Wirkung, z. B. eines Tiefstalldüngers und eines schlecht behandelten Hofdüngers, sich ergeben. Wir haben begründete Ursache den Dünger besser als bisher zu behandeln, um eine bessere Wirkung desselben zu erzielen.

b) Vergleiche zwischen der Wirkung von Schafmist und von Rindviehmist.

Ich möchte vergleichende Untersuchungen über die Wirkung von Schafmist und von Rindviehmist aus Tiefställen auf Zuckerrüben kurz erwähnen.[72])

In früherer Zeit glaubte man, daß Schafmist für Rüben keine gute Wirkung habe. Versuche, die von Maercker ausgeführt sind, ergaben die Haltlosigkeit dieser Annahme. Von den Ergebnissen der chemischen Analyse der beiden Mistsorten sei folgendes mitgeteilt:

	Trockensubstanz	Stickstoff	Vom Stickstoff sind leicht löslich
	%	%	%
Rindviehmist . . .	24,0	0,800	48
Schafmist	32,8	0,890	38

Düngung: 400 Doppelzentner für 1 ha. Angebaut wurden 2 Sorten von Zuckerrüben. Erträge:

	Rübe I.		Rübe II.	
	Rüben Doppelzentner	Zucker Doppelzentner	Rüben Doppelzentner	Zucker Doppelzentner
Rindviehmist . .	428,94	74,42	483,4	76,85
Schafmist . . .	465,64	78,23	471,2	79,62

Der Schafmist hatte besser als der Tiefstalldünger (von Ochsen) gewirkt. Die Reinheitsquotienten des Rübensaftes waren folgende:

	Rübe I	Rübe II
Rindviehmist . . .	88,6	83,7
Schafmist	88,7	88,2

c) Die Wirkung von Stalldünger, welcher mit Zugabe von Torf im Stalle gewonnen wurde.

Wir hatten darauf hingewiesen, daß das Einstreuen von Torf in die Jaucherinne zur vollständigen Auffangung der Jauche sehr empfehlenswert sei (siehe S. 53). Über die gute Wirkung eines in dieser Weise zubereiteten Düngers liegen eine Reihe von Erfahrungen vor und dürften die von der Landwirtschaftskammer der Provinz Sachsen ausgeführten Versuche ein besonderes Interesse haben.[73]) Dem darüber erstatteten Berichte entnehmen wir folgendes:

Die Landwirtschaftskammer lieferte den Landwirten, welche zur Ausführung von Versuchen sich bereit erklärt hatten, so viel Torfstreu unentgeltlich, als für eine vierwöchentliche Einstreu in die Jaucherinnen erforderlich war.

Als im Herbst die Grünfütterung beendet und die regelrechte Winterfütterung eingetreten war, wurde die Düngerstätte geräumt und mit der Erzeugung von Torfdünger begonnen. Dies geschah in der Weise, daß für ein Stück Großvieh von 500 kg Lebendgewicht täglich 1 kg Torfstreu in die hinter dem Viehstande laufende Jaucherinne gebracht und am anderen Tage mit dem Stallmist auf die Düngerstätte geschafft wurde. Es mußte darauf geachtet werden, daß die Torfstreu von Jauche vollständig durchtränkt war. Auf der Düngerstätte ist der Mist in ordnungsmäßiger Weise festgetreten und feucht gehalten. Nachdem die Torfstreu nach Monatsfrist aufgebraucht war, wurde dieser Dünger in ortsüblicher Stärke auf ein Feld gebracht, welches im folgenden Jahre Kartoffeln tragen sollte. Mit dem von diesem Zeitpunkte an ohne Gebrauch von Torf gewonnenen Dünger ist 4 Wochen später der übrige Teil des Feldes in derselben Stärke gedüngt. Nach dem Ausfahren der beiden Düngersorten wurde dieser sofort gebreitet und baldmöglichst untergeflügt.

Um die Qualität des Düngers nicht durch eine verschiedene Fütterung der Tiere zu beeinflussen, mußte nach Beendigung der Torfeinstreu dieselbe Fütterung beibehalten werden, wie während der Verwendung von Torf. Sofern der Boden des Versuchsfeldes nicht ganz gleichmäßig war, sollte darauf geachtet werden, daß beide Teilstücke, sowohl das mit, wie auch das ohne Torf befahrene, sich möglichst gleichmäßig über die verschiedenen Bodenqualitäten sich erstreckten. Auf beiden Parzellen ist dieselbe Kartoffelsorte gebaut, so daß keine weiteren Unterschiede zwischen den beiden Teilstücken bestanden, als die, welche in dem Dünger mit und ohne Torf lagen. Bei der Zusammenstellung der Versuchsergebnisse sind 40 Versuche berücksichtigt und wurden erhebliche Mehrerträge an Kartoffelknollen durch den Torfdünger erzielt, nämlich

in 4 Fällen ein Mehrertrag von über 60 Doppelzentner für ein Hektar,
„ 8 „ „ „ „ 40 bis 60 „ „ „ „
„ 18 „ „ „ „ 20 „ 40 „ „ „ „
„ 10 „ „ „ „ 4 „ 20 „ „ „ „ .

Im Durchschnitt der 40 Versuche wurden auf einem Hektar bei Verwendung von Torfdünger 210 Doppelzentner Kartoffeln auf einem Hektar, bei Verwendung von gewöhnlichem Stalldünger 180 Doppelzentner Kartoffeln auf einem Hektar geerntet. Der Torfstreudünger veranlaßte demnach einen Mehrertrag von 30 Doppelzentner Kartoffeln für je ein Hektar.

Fast ausnahmslos berichten die Versuchsanstellen, daß das Kartoffelkraut auf den Versuchsparzellen mit Torf während der ganzen Vegetationsdauer eine auffallend dunkle Farbe gehabt, sich üppiger entwickelt und auch im Herbste länger grün geblieben sei.

Die Rentabilitätsberechnung ergab, daß bei den damaligen Preisen für Torfstreu in der Provinz Sachsen die Mehrernte an Kartoffeln mit einem Kostenaufwande von 90 Pfg. für einen Doppelzentner erzeugt sei. Bei einem Mehrertrage von 30 Doppelzentner Kartoffeln war demnach der erzielte Gewinn = 33 Mk., wenn der Kartoffelpreis 2 Mk. für einen Doppelzentner, und = 63 Mk., wenn der Kartoffelpreis 3 Mk. für einen Doppelzentner betrug.

4. Kann die Beschaffenheit des Stalldüngers einen Einfluß auf die Qualität der Ernteprodukte ausüben?

Im Jahre 1898 sind in der Versuchswirtschaft zu Lauchstädt zwei Sorten von Zuckerrüben angebaut, eine hochfeine Rübe von Dippe (Dippes verbesserte Kleinwanzlebener) und eine Rübe, dessen Samen aus einer Zuckerfabrik bezogen war. Gedüngt war stets mit 400 Doppelzentner Stalldünger. Dippes Rübe wollen wir mit Nr. 1, die andere mit Nr. 2 bezeichnen.

	Zucker in der Rübe %	Nichtzucker %	Quotient
Hofdünger von offener Düngerstätte:			
I	18,05	2,55	89,0
II	17,30	3,00	87,0
	17,67	2,77	88,0
Hofdünger von überdachter Düngerstätte:			
I	17,40	2,80	87,6
II	16,30	3,10	85,3
	16,85	2,95	86,4
Tiefstalldünger frisch:			
I	17,35	2,60	88,6
II	15,90	3,40	83,7
	16,62	3,00	86,1
Tiefstalldünger gelagert:			
I	17,65	2,40	89,1
II	16,30	2,90	86,8
	16,97	2,65	87,9

Hiernach hatte der offen gelagerte Dünger auf die Qualität der Rüben vorteilhaft eingewirkt, es ist indes zu bemerken, daß die Gabe von 400 Doppelzentner Stalldünger für Tiefstalldünger sehr reichlich bemessen war. Man wird zweckmäßig weniger geben, und dürfte der beobachtete Unterschied dadurch begründet sein, daß die Reife der Rüben unter dem Einflusse der großen Mengen von Stickstoff, mit dem sie ernährt wurden, etwas verzögert ist. Bei weniger starken Gaben von Tiefstalldünger werden die Qualitätsunterschiede nicht in dem Maße hervortreten, vielleicht vollständig verschwinden.

Bei den vorstehend erwähnten Zuckerrüben hat also die Menge des Stickstoffs und die Fähigkeit desselben, schnell oder langsam in die Pflanzen eintreten zu können, einen Einfluß auf die Qualität des Ernteproduktes ausgeübt. Die Stickstoffquelle des Stalldüngers fließt im ersten Jahre nach dessen Anwendung langsam, aber fast fortwährend, und kann, wenn dies reichlich geschieht, (namentlich nach dem Gebrauch von Tiefstalldünger) ein Einfluß auf den Reifungszustand der Rüben ausgeübt werden. (Man vergleiche Abschnitt IV, 2b.) Wir dürfen vielleicht annehmen, daß auch bei anderen Gewächsen Qualitätsunterschiede sich bemerkbar machen, welche durch die Menge und durch die Beschaffenheit des im Stalldünger enthaltenen Stickstoffs veranlaßt sein werden.

Die sonstigen Bestandteile eines Stalldüngers können die Qualität des Ernteproduktes ebenfalls beeinflussen. Ich erwähne den Tabak. Dieser ist gegen den Gehalt an Chloriden ganz außerordentlich empfindlich. Bei Vorhandensein von Chloriden wird die Brennbarkeit des Tabaks wesentlich herabgesetzt. Hat man einen Stalldünger, der reich an Chloriden ist, fütterte man die Kühe, welche die Misterzeuger sind, vielleicht mit Rübenblättern oder mit anderen Futterstoffen, die verhältnismäßig große Mengen von Chloriden enthalten, insbesondere wenn zuvor eine Düngung mit rohen Kalisalzen stattgefunden hatte, so wird man nicht darauf rechnen können, daß der gedüngte Tabak von zufriedenstellender Qualität ist.

Zweifellos kann die Beschaffenheit des Stalldüngers einen Einfluß auf das zu erwartende Ernteprodukt ausüben, bald in dieser, bald in jener Hinsicht.

5. Die Nachwirkung von Stalldünger.

Als selbstverständlich muß gelten, daß der Stalldünger nicht nur ein Jahr lang wirkt, sondern daß dessen Wirkung eine länger andauernde ist. Indes wird die Wirkungsdauer im allgemeinen überschätzt. Macht in einem Boden vorzugsweise die physikalische Eigenschaft des Stalldüngers sich geltend, so wird man im dritten und im vierten Jahre die Nachwirkung deutlich bemerken können. Kommt dagegen in einem bereits in guter Kultur befindlichen Boden vorzugsweise die chemische Wirkung des Stalldüngers in Betracht, dann macht solche im zweiten Jahre sich sehr wenig bemerkbar, und im dritten Jahre ist die Wirkung fast erloschen.

Auf Seite 116 erwähnte ich Versuche von Pfeiffer. Von je 100 Teilen des in Form von Stallmist gegebenen Düngers war in die Pflanzen übergetreten:

im zweiten Jahre bei Anbau von Roggen (mit nachfolgendem Senf als Zwischenfrucht) bei			
sehr starker Düngung . .	12,7	bei schwächerer Düngung . .	14,1
im dritten Jahre bei Möhren	2,3		0,8
Zusammen:	15,0		14,9

Der Boden war allerdings sehr leicht und dadurch die Zersetzung des Düngers beschleunigt; aber von einer erheblichen chemischen Wirkung wird auch

in anderen Bodenarten im dritten Jahre nicht mehr die Rede sein können. Ich habe früher darauf hingewiesen, daß die chemische Wirkung des Stalldüngers fast ausschließlich auf dem Stickstoff beruht und man die vorhandene Menge dieses Nährstoffs als Maßstab annehmen kann.

Bei Versuchen von Maercker sind in Lauchstädt für Zuckerrüben 400 Doppelzentner Stallmist für ein Hektar gegeben. Bei der nachfolgenden Gerste machte die Nachwirkung des Düngers durch folgende Mehrerträge sich bemerkbar:[75])

	Körner kg	Stroh kg
Stalldünger aus offener Düngerstätte . . .	50	261
„ „ überdachter Düngerstätte . .	130	170
„ „ Tiefstall	188	362

Wesentlich günstiger gestaltet sich die Nachwirkung, wenn man eine reichliche Beidüngung von Phosphorsäure und Kali gibt. In Lauchstädt wurden in den Jahren 1898 bis 1901 ebenfalls wieder Zuckerrüben mit 400 Doppelzentner Stallmist gedüngt. Für diese und die nachfolgende Gerste ist außerdem Kali und Phosphorsäure gegeben. Unter diesen Verhältnissen war die Nachwirkung des Stalldüngers im zweiten Jahre folgende.[76])

Die Mehrerträge gegenüber den mit Stallmist nicht gedüngten Parzellen waren folgende:

a) Nach Anwendung von Tiefstalldünger:

	Körner: Mehrertrag	Körner: Stickstoffgehalt der Körner		Stroh: Mehrertrag	Stroh: Stickstoffgehalt	
	kg	%	kg	kg	%	kg
1899 . . .	1064	0,20	18,62	1302	0,09	8,45
1900 . . .	573	0,17	12,59	1317	0,08	10,61
1901 . . .	1391	0,20	23,60	1585	0,13	11,40
Mittel:	1009	0,19	18,27	1401	0,10	10,16

b) Bei Anwendung von Hofdünger:

1899 . . .	819	0,26	16,79	— 119	0,00	— 0,44
1900 . . .	855	0,07	13,74	+1185	0,03	+ 5,61
1901 . . .	944	0,27	20,66	+ 841	0,00	+ 2,69
Mittel:	873	0,20	17,07	635	0,01	+ 2,62

Wir ersehen hieraus die Notwendigkeit einer Beidüngung von Phosphorsäure und Kali. Der Stalldünger allein zeigte eine ziemlich schwache Nachwirkung, trotzdem das Feld in Lauchstädt in einer guten Kultur sich befindet. Erst durch Hinzugabe von Kali und Phosphorsäure ist die Ausnutzung des Stickstoffs im Stalldünger eine befriedigende geworden. Die Wirkung des Stalldüngers im dritten Jahre ist nicht festgestellt.

6. Die ungleiche Ausnutzung des im Stalldünger enthaltenen Stickstoffs in verschiedenen Jahren.

In verschiedenen Jahren treten ungleiche Mengen von Stickstoff aus dem Stalldünger in die Pflanzen über. Vorzugsweise dürfte hieran die Witterung des betreffenden Jahres schuld sein. Wir können uns vorstellen, daß die im Stallmist und im Boden vorhandenen Bakterien die Umsetzungen des Stallmistes und insbesondere der stickstoffhaltigen Bestandteile desselben nicht beschleunigen werden, wenn die Luft im Frühjahr und in der ersten Hälfte des Sommers nur mangelhaft zu den organischen Stoffen des Stalldüngers hinzutritt, wenn die Zuführungswege der Luft zu den oberen Schichten der Ackerkrume durch Wasser verstopft sind und der Boden kühl ist. In wieder anderen Fällen sind vielleicht durch äußere Einflüsse der Jahrestemperatur die Umwandlungen der löslichen Stickstoffverbindungen in schwer lösliche Eiweißstoffe besonders günstig (siehe Seite 15), es fehlt den Kulturpflanzen dann an leicht aufnehmbaren Stickstoffverbindungen und die Folge davon ist, daß die Ausnutzung des gegebenen Stickstoffs durch die Pflanzen eine mangelhafte bleibt.

Demgemäß können die Unterschiede in der Ausnutzung des Stallmist-Stickstoffs in den einzelnen Jahren recht ungleiche sein. Jedoch wissen wir hierüber bisher recht wenig. Ich verweise auf Versuche von Schneidewind in der Versuchswirtschaft Lauchstädt.

Sieht man die von Schneidewind angegebenen Zahlentabellen durch, so findet man, daß beispielsweise im Jahre 1899 die Zuckerrüben wesentlich größere Mengen von Stickstoff aufnahmen, als im folgenden Jahre.

Man gab in den Jahren 1898 bis 1900 je 400 Doppelzentner Stalldünger für ein Hektar und fand von den Wurzeln und dem Kraute der Zuckerrüben folgende Stickstoffmengen aufgenommen:

Aus Tiefstalldünger 1898 . .	46,59 kg	aus Hofdünger . .	41,26 kg
„ „ 1899 . .	84,44 „	„ „ . .	73,65 „
„ „ 1900 . .	33,78 „	„ „ . .	13,24 „
Mittel:	54,93 kg		42,71 kg

Selbstverständlich war der Stickstoffgehalt des verwendeten Düngers in den drei Versuchsjahren nicht immer genau derselbe, aber man kann unmöglich annehmen, daß in einem Jahre die Menge des nutzbaren Stickstoffs doppelt so hoch gewesen ist, wie im anderen Jahre; es haben äußere Einflüsse, durch die Jahreswitterung, oder richtiger gesagt durch die Witterung in der Hauptentwickelungsperiode der Zuckerrüben sich geltend gemacht. In dem von Schneidewind erstatteten Berichte wird der Gehalt des Düngers an Stickstoff für jedes einzelne Jahr nicht angegeben, sondern nur der durchschnittliche Gehalt; es ist daher auch nur möglich, die mittlere Ausnutzung des gegebenen Stickstoffs berechnen zu können.

Auf den mit Tiefstalldünger gedüngten Feldern wurden auf einen Hektar durchschnittlich 312 kg Stickstoff gegeben. Hiervon gingen 54,93 kg in die Pflanzen über. Die Ausnutzung des Stickstoffs war demnach im ersten Jahre nach der Anwendung des Düngers bei den angebauten Zuckerrüben durchschnittlich 17,6 %. Dies ist eine recht niedrige Zahl, trotzdem die Menge des im Tiefstalldünger enthaltenen löslichen Stickstoffs nicht gering war und auf 143,5 kg sich bezifferte (46 % des gesamten Stickstoffs).

Der auf 1 ha gebrachte Hofdünger enthielt 261,6 kg Stickstoff. Hiervon sind im ersten Jahre nach dessen Anwendung durchschnittlich 16,3 % in die Pflanzen übergetreten.

Als Nachfrucht wurde Gerste gebaut und wanderten folgende Mengen an Stickstoff aus dem Stalldünger in die Körner und in das Stroh der Gerste:

Aus Tiefstalldünger	1899 . .	27,07 kg	aus Hofdünger	. .	16,35 kg
„ „	1900 . .	23,20 „	„ „	. .	19,35 „
„ „	1901 . .	35,00 „	„ „	. .	23,35 „
	Mittel:	28,42 kg			19,68 kg

Hieraus geht hervor, daß von dem der Vorfrucht gegebenen Stickstoff des Stalldüngers im zweiten Jahre durch die Gerste 9,1 % (vom Tiefstalldünger) und 7,5 % (vom Stickstoff des Hofdüngers) ausgenutzt wurden.

Die gesamte Ausnutzung des Stickstoffs war demnach: beim Tiefstalldünger 26,8 % und beim Hofdünger 23,8 %. Diese Zahlen sind sehr niedrig. Zum Teil dürfte die geringe Ausnutzung des Stickstoffs im ersten Jahre nach dessen Anwendung für Zuckerrüben jedenfalls darauf zurückzuführen sein, daß die gegebenen Mengen des Düngers (400 Doppelzentner für 1 ha) zu große waren. Soll die Ausnutzung eine bessere sein, so müssen die Pflanzen Hunger nach Stickstoff haben. Im anderen Falle nehmen sie nur einen Teil des Stickstoffs auf und verwerten diesen unvollständig.

Wir müssen darauf hinweisen, daß die ungleiche Ausnutzung des Stickstoffs im ersten Jahre nach dessen Anwendung keineswegs der Höhe der Ernteprodukte proportional war. Nachstehend sei die Menge der unter dem Einflusse des Stalldüngers auf der Fläche eines Hektars erzeugten Trockensubstanz mit der Menge des aus dem Stalldünger von den Pflanzen aufgenommenen Stickstoffs in Vergleich gestellt.

Jahr	Erzeugte Trockensubstanz in		Von den Pflanzen sind an Stickstoff aus dem Stalldünger aufgenommen und abgelagert in	
	Rüben	Rübenblättern	in den Rüben	den Rübenblättern
	Doppelzentner	Doppelzentner	kg	kg
	I. Aus Tiefstalldünger:			
1898	35,00	5,72	26,64	19,95
1899	21,16	15,76	32,75	51,69
1900	28,39	2,99	15,40	18,38

Jahr	Erzeugte Trockensubstanz in		Von den Pflanzen sind an Stickstoff aus dem Stalldünger aufgenommen und abgelagert in	
	Rüben	Rübenblättern	in den Rüben	den Rübenblättern
	Doppelzentner	Doppelzentner	kg	kg
	II. Aus Hofdünger:			
1898	23,50	12,39	20,20	21,06
1899	14,96	15,97	24,02	49,63
1900	30,31	— 0,53	11,55	1,69

Hieraus geht hervor, daß im Jahre 1899 erstaunlich große Mengen von Stickstoff aus dem Stalldünger in die Rübenblätter gewandert sind, aber sie dienten nicht dazu, um die Rüben auszubilden und diese zuckerreicher zu machen. Es muß im Jahre 1899 irgend ein Hemmnis vorhanden gewesen sein, welches die Rüben hinderte, den aufgenommenen Stickstoff im Interesse des Rübenproduzenten in vorteilhafter Weise zu verwerten. Da die Dungstoffe in ausgiebiger Weise gegeben waren (es ist außerdem mit Kali und mit Phosphorsäure gedüngt), dürfte der Einfluß der Jahreswitterung in Betracht kommen.

Über den Sonnenschein, die Lufttemperatur und die Höhe der Niederschläge teile ich folgendes mit[77]) und werde versuchen, auf Grund der Zahlen die Löslichmachung des im Stalldünger enthaltenen Stickstoffs zu erklären. Weitergehende Schlüsse über den Einfluß der Witterung auf die Produktion an organischer Trockensubstanz und Zucker möchte ich nicht machen, da hierfür eine viel längere Beobachtungsdauer erforderlich ist.

Monat	Sonnenschein (Stunden)			Luftwärme (7 Uhr morgens)			Niederschläge (mm)		
	1898	1899	1900	1898	1899	1900	1898	1899	1900
April	99	101	137	3,6	4,4	3,3	56,5	19,4	27,8
Mai	121	146	194	8,7	8,5	7,3	21,3	128,9	56,1
Juni	205	215	194	10,4	11,9	13,0	38,3	51,5	101,5
Juli	182	171	239	12,0	14,8	14,6	121,2	105,0	61,3
August	251	229	214	13,2	12,5	11,9	93,8	23,0	46,7
September . . .	128	100	129	9,7	10,5	8,3	23,2	73,7	24,4

Die Zahl der Stunden des Sonnenscheins ist hier beiläufig angeführt, der Sonnenschein hat selbstverständlich keinen Einfluß auf die Tätigkeit der im Boden enthaltenen Bakterien.

Über die Bodenwärme liegen leider nur die Angaben aus dem Jahre 1898 vor, so daß man in dieser Hinsicht keinen Vergleich ziehen kann. Dagegen ist aus der Lufttemperatur, morgens 7 Uhr gemessen, zu ersehen, daß die Wärme im Jahre 1899 eine wesentlich höhere gewesen ist. Die Wärme hat die Bakterien zu einer gesteigerten Tätigkeit angeregt, es wurde mehr Stickstoff aus dem Stalldünger löslich gemacht.

Von größter Bedeutung dürfte die Höhe der Niederschläge in gewissen Monaten gewesen sein. Insbesondere hat die Feuchtigkeit im Mai des Jahres 1899 im Verein mit einer normalen Temperatur, die Tätigkeit der Bakterien angeregt.

Ohne Zweifel ist es von großer Wichtigkeit, daß gerade im Frühjahr die Bakterien den im Boden lagernden Dünger stark zersetzen und das ihrige dazu beitragen, daß das Wort: „Mai warm und naß, füllet Speicher und Faß" zutrifft.

Die Bakterien wollen aber auch in der wärmeren Jahreszeit, namentlich im Juli, sofern es sich um die Ausnutzung des Stickstoffs durch Hackfrüchte handelt, hinreichende Mengen von Feuchtigkeit im Boden vorfinden. Es war sicher für die schlechte Ausnutzung des Stickstoffs im Jahre 1900 die Trockenheit im Juli verhängnisvoll gewesen. Damals ist wenig Stickstoff aus dem Dünger in die Pflanzen und namentlich in die Blätter übergegangen, deren Ausbildung bei der Trockenheit keine normale sein konnte.

Regelmäßige Beobachtungen über die Höhe der Niederschläge und die Temperatur sollten in keinem größeren landwirtschaftlichen Betriebe unterbleiben. Sie bilden ein wertvolles Material, um für die Ausnutzung nicht nur des Stalldüngers, sondern auch der wichtigeren Handelsdünger eine Erklärung zu finden, ganz abgesehen von anderen Hinweisen, die man durch solche regelmäßig fortgesetzte Beobachtungen erhält.

7. Die Wirkung von Mineraldünger neben Stallmist.

Ehemals kannte man keinen andern Dünger, als Stallmist. Auch heute noch gibt es große Flächen Landes in Deutschland, welche niemals ein Gramm Handelsdünger erhielten. Viele und nicht nur ganz kleine Besitzer treiben noch jetzt eine reine Stallmistwirtschaft und zwar in derselben Weise, wie solche von ihren Voreltern ausgeübt wurde, bei einer höchst mangelhaften Beschaffenheit der Dungstätte. Andererseits glauben viele Landwirte den Stallmist nur unter gleichzeitiger Verabreichung von Handelsdünger, die Stickstoff oder Phosphorsäure enthalten, rentabel gebrauchen zu können.

Ich möchte an einigen Beispielen prüfen, ob der gleichzeitige Gebrauch von Handelsdünger, neben Stallmist, Aussicht auf Erfolg verspricht. Daß dies zweifellos geschehen wird, wenn der Stallmist sehr schlecht behandelt wurde und der Boden ausgeraubt und arm an Nährstoffen ist, dürfte von vornherein anzunehmen sein. Aber wie steht es in dieser Hinsicht mit den besseren Bodenarten, die in hoher Kultur sich befinden, in denen oft eine Verschwendung mit Phosphorsäure und mit Stickstoff getrieben wurde? Kann auch hier der Gebrauch von Superphosphat, von Salpeter und dergl., neben Stallmist, einen Nutzen stiften, den Rohertrag und den Reinertrag erhöhen?

Ich frage zunächst: Wie wirkt Phosphorsäure neben Stallmist?

In einem der früheren Abschnitte hatte ich angegeben, daß die im Stalldünger enthaltene Phosphorsäure eine gute Wirkung zeigt und diese der Phosphorsäure des Superphosphates nicht erheblich nachsteht. Jedoch ist die Menge der im Stalldünger enthaltenen Phosphorsäure eine verhältnismäßig geringe und es daher nicht ausgeschlossen, daß eine Beigabe von Superphosphat günstig wirkt, namentlich dann, wenn der Boden arm an Phosphorsäure ist, oder die Pflanzen das Bedürfnis haben, größere Mengen davon aufzunehmen.

Es sei ein Versuch von Maercker erwähnt.[78]) Ein Feld, welches seit drei Jahren keine Phosphorsäure erhalten hatte, wurde mit 200 Doppelzentner Tiefstalldünger für 1 ha gedüngt und ein Teil des Feldes erhielt außerdem 60 kg lösliche Phosphorsäure. Die angebauten Kartoffeln lieferten folgende Ernteerträge:

Stallmist und Phosphorsäure	316,8	Doppelzentner Kartoffeln
„ ohne „	206,0	„ „

Mehrertrag durch die Phosphorsäure: 110,8 Doppelzentner Kartoffeln.

Selbstverständlich wird die Phosphorsäure nicht immer so große Mehrerträge liefern. Der Versuch ist aber ein interessanter Beweis dafür, daß bei Mangel an Phosphorsäure im Boden, die Wirkung des Stallmistes durch die Zugabe von Superphosphat wesentlich gesteigert werden kann.

Wir wollen dann die Wirkung des Stickstoffs prüfen.

Von stickstoffhaltigen Handelsdüngern pflegt man hier und da den Salpeter als Beigabe zum Stallmist zu nehmen. Aus früher mitgeteilten Gründen darf man Salpeter und Stalldünger nicht gleichzeitig geben, man wird für die Hackfrüchte, für welche der Stallmist vorzugsweise in Betracht kommt, mit diesem schon im Herbst düngen und im Frühjahr oder im Anfang des Sommers den Salpeter ausstreuen.

Gibt man, neben einer mäßigen Menge von Stallmist, Salpeter, so wird der Ertrag gesteigert werden, bis die Pflanzen mit Stickstoff sich gesättigt haben.

Maercker gab 200 Doppelzentner Stallmist und 2 Doppelzentner Salpeter für Kartoffeln.[79]) Die erzielten Mehrerträge waren: durch Salpeter, neben Tiefstalldünger angewendet, 26,3 Doppelzentner Kartoffeln; durch Salpeter, neben Hofdünger angewendet, 55,2 Doppelzentner Kartoffeln. Nach Abzug der Kosten für den Salpeter war der Gewinn 46 Mk. und im letzteren Falle 133 Mk. Als die Gabe des Salpeters auf 4 Doppelzentner erhöht war, betrug die weitere Steigerung auf der mit Tiefstallmist gedüngten Parzelle nur 3,9 Doppelzentner und auf der anderen 12,3 Doppelzentner. Die höhere Gabe rentierte nicht, sie war zu hoch. Es kann nicht überraschen, daß der Salpeter, neben Hofdünger, besser wirkte. Der Hofdünger ist ärmer an Stickstoff wie Tiefstalldünger, und wird der Unterschied durch den Salpeter ausgeglichen. Sobald die Pflanzen mit Stickstoff sich gesättigt haben, hört die Wirkung des Salpeters auf.

Erwägt man drittens, wie Kali als Zugabe zum Stalldünger wirken würde, so kommt man zu dem Schluß, daß voraussichtlich nur in ganz besonders leichten Böden die Beidüngung von Kali von Erfolg sein wird. Der Stalldünger ist, bei guter Behandlung, an und für sich ziemlich reich an Kali, und werden durch die üblichen Mengen von Stalldünger einem mittleren oder einem schweren Boden in der Regel die erforderlichen Mengen von Kali zugeführt.

Durch den früher häufiger gemachten Zusatz von Kainit zum Stalldünger (als vermeintliches Konservierungsmittel im Stalle oder auf der Düngerstätte) hat man in besseren Böden niemals eine wirkliche Ertragssteigerung beobachtet sofern die Ermittelungen sorgfältig ausgeführt wurden.

Maercker verwendete Tiefstalldünger, welcher 5 Monate lang gelagert hatte und zum Teil mit 2% Kainit durchsetzt war, zur Düngung für Zuckerrüben und für Kartoffeln, also für Pflanzen, die besonders kalibedürftig sind.[80] Für Kartoffeln wurde auf der Fläche eines Hektars 200 Doppelzentner und für die Rüben 400 Doppelzentner gegeben. Die Ernteerträge waren folgende:

Ohne Kainit 501 Doppelzentner Zuckerrüben und 314 Doppelzentner Kartoffeln.
Mit „ 509 „ „ „ 316 „ „

Die Unterschiede fallen innerhalb der bei Feldversuchen unvermeidlichen Fehlergrenzen und kann von einer Wirkung des Kainits keine Rede sein.

Bei einem anderen Versuche ist ebenfalls Tiefstalldünger in Mengen von 400 Doppelzentner gegeben und zwar zum Teil ein solcher Dünger, welcher eine Zugabe von 2% Kainit erhalten hatte. Gedüngt wurde für eine hochedle Rübensorte von Dippe und für eine gewöhnliche Fabrikrübe. Die Erträge waren folgende:

	Hochedle Rübensorte		Fabrikrübe		Durchschnitt	
	Doppelzentner	Zucker	Doppelzentner	Zucker	Doppelzentner	Zucker
Mist ohne Kainit . .	88		77		83	
Mist mit Kainit . .	90		67		79	

Eine günstige Wirkung des Kalis ist nicht zu verzeichnen und wurde diese Erfahrung auch von anderen Seiten bestätigt gefunden.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen möchte ich nochmals etwas näher auf die Frage eingehen, ob eine Beidüngung von Stickstoff, insbesondere von Salpeter, sowie von Phosphorsäure bei einigen wichtigen landw. Kulturpflanzen in besseren Böden von Erfolg sein kann.

Die Düngung von Zuckerrüben.

Zunächst erwähne ich Versuche von Maercker.[81]

Die Wirkung des Stalldüngers, allein gegeben:

	Düngung:	Rüben Doppelzentner	Zucker Doppelzentner
1.	400 Doppelzentner Tiefstalldünger	339,52	53,48
2.	400 „ Hofdünger von überdachter Düngerstätte	377,85	59,89
3.	400 „ Hofdünger von offener Düngerstätte	350,47	58,18
	Mittel:	355,93	57,18

Die Wirkung des Salpeters neben Stallmist:

4.	Wie 1. + 1 Doppelzentner Salpeter	361,42	55,84
5.	„ 2. + 1 „ „	401,12	61,97
6.	„ 3. + 1 „ „	357,31	57,53
	Mittel:	373,28	58,44
	Mittlere Wirkung des Salpeters:	+ 17,35	+ 1,26

Die Wirkung der Phosphorsäure neben Stalldünger:

Düngung:	Rüben Doppelzentner	Zucker Doppelzentner
7. Wie 1. + 50 kg Phosphorsäure	375,11	58,90
8. „ 2. + 50 „ „	394,27	61,31
9. „ 3. + 50 „ „	375,11	61,17
Mittel:	381,49	60,46
Mittlere Wirkung der Phosphorsäure:	+ 25,56	+ 3,28

Die Wirkung von Phosphorsäure und von Stickstoff neben Stalldünger:

10. Wie 1. + 2 D.-Ztr. Salpeter + 50 kg Phosphorsäure	417,55	67,23
11. „ 2. + 2 „ „ + 50 „ „	453,14	70,25
12. „ 3. + 2 „ „ + 50 „ „	394,27	63,87

Der Tiefstalldünger hat auffallend schlecht gewirkt. Die Schwankungen sind bei den einzelnen Versuchen recht groß, jedoch bezüglich der Phosphorsäure ist eine Wirkung unverkennbar. Die Versuche Nr. 10—12 sind wegen der stärkeren Salpetergabe mit den anderen nicht vergleichbar. Die völlig ungedüngte Parzelle hatte ergeben: 324,46 Doppelzentner Rüben und 51,58 Doppelzentner Zucker.

Ferner erwähne ich Versuche aus der Versuchswirtschaft zu Lauchstädt, die von Schneidewind mitgeteilt wurden.[82])

Es fand stets eine Beidüngung von 120 kg Kali und 50 kg Phosphorsäure statt.

Im Durchschnitt von 3 Jahren (1898—1900) wurde auf der Fläche eines Hektars geerntet:

	Rüben Doppelzentner	Zucker Doppelzentner
1. Volle Stallmistdüngung (400 D.-Ztr.) aus Tiefstall	486,2	83,32
2. „ Stallmistdüngung (400 D.-Ztr.) aus Flachstall	473,7	82,36
3. „ Mineraldüngung (5 D.-Ztr. Selpeter, 100 kg Phosphorsäure, 120 kg Kali)	437,6	75,66
4. Wie 3. und außerdem 400 D.-Ztr. Tiefstalldünger	533,6	88,11
5. Wie 3. und 400 D.-Ztr. Hofdünger	503,1	85,63

Wir sehen hier die beträchtliche Steigerung des Ertrages an Rüben und an Zucker durch die gleichzeitig angewendete volle Mineral- und Stallmistdüngung. Ferner tritt die Überlegenheit der Wirkung von Stallmist im Vergleich zur reinen Mineraldüngung hervor, sowie die Überlegenheit des Tiefstalldüngers gegenüber dem Hofdünger.

Ich bemerke ausdrücklich, daß es bei diesen Versuchen nicht darauf ankam, eine möglichst hohe Rente zu erzielen, sondern es sollte nur festgestellt werden, ob der Rohertrag gesteigert werden kann, wenn Mineral- und Mistdüngung gleichzeitig gegeben werden.

Der Unterschied zwischen den Versuchen 3 und 4 betrug 96 Doppelzentner Rüben mit 12,45 Doppelzentner Zucker, und geht hieraus die hohe Wirkung des Stalldüngers bei einer vollen Mineraldüngung hervor.

Die Düngung von Kartoffeln.

Versuche mit „Magnum bonum“.[88]) (Zahlenangaben für 1 ha.)

Die Wirkung von Stalldünger, allein gegeben:

	Düngung:	Knollen Doppelzentner	Stärkemehl Doppelzentner
1.	200 D.-Ztr. Tiefstalldünger	236,6	40,46
2.	200 „ Hofdünger von überdachter Düngerstätte	222,5	38,07
3.	200 „ Hofdünger von offener Düngerstätte .	204,5	36,60
	Mittel:	221,2	38,37

Die Wirkung von Salpeter neben Stallmist:

4.	Wie 1. + 1 D.-Ztr. Salpeter	247,0	41,12
5.	„ 2. + 1 „ „	241,2	41,73
6.	„ 3. + 1 „ „	234,4	40,09
	Mittel:	240,8	40,98
	Mittlere Wirkung des Salpeters:	+ 19,6	+ 2,61

Die Wirkung von Phosphorsäure neben Stallmist:

7.	Wie 1. + 50 kg Phosphorsäure	226,7	39,00
8.	„ 2. + 50 „ „	224,0	39,21
9.	„ 3. + 50 „ „	219,6	36,46
	Mittel:	223,4	38,22
	Mittlere Wirkung der Phosphorsäure:	+ 2,2	+ 0,15

Die Wirkung von Salpeter und Phosphorsäure neben Stallmist:

10.	Wie 1. + 1 D.-Ztr. Salpeter + 50 kg Phosphorsäure	247,5	41,83
11.	„ 2. + 1 „ „ + 50 „ „	235,3	40,48
12.	„ 3. + 1 „ „ + 50 „ „	231,3	38,51
	Mittel:	238,0	40,27
	Wirkung der Beidüngung:	+ 15,8	+ 1,90

Bei dieser Kartoffelsorte (Magnum bonum) hatte die schwache Gabe von Salpeter günstig gewirkt.

Rechnet man den Preis von 1 Doppelzentner Salpeter einschließlich Transport und Ausstreuen desselben zu 16—20 Mk., so hat diese Ausgabe ganz gut rentiert. Die Phosphorsäure war unwirksam geblieben. Diese letztere Tatsache darf man aber nicht verallgemeinern, sie scheint nur bei Kartoffelsorten zuzutreffen, die wenig ertragreich sind, auch kommt es selbstverständlich darauf an,

wie die allgemeine Beschaffenheit des Bodens und dessen Vorrat an Phosphorsäure ist.

Versuche mit einer anderen Kartoffelsorte (Professor Maercker).

Die Versuche sind ebenfalls von Maercker in Lauchstädt ausgeführt.[84])

Die Wirkung von Salpeter neben Stalldünger und Phosphorsäure:

Düngung: (Beidüngung = 50 kg Phosphorsäure.)	Knollen Doppelzentner	Stärkemehl Doppelzentner
1. Tiefstalldünger	254,1	49,35
2. „ + 2 Doppelzentner Salpeter	280,5	54,41
3. „ + 4 „ „	288,7	56,47
Unterschied zwischen 1 u. 2:	+ 26,4	+ 5,06
„ „ 2 „ 3:	+ 8,2	+ 2,06
4. Hofdünger	207,7	43,54
5. „ + 2 Doppelzentner Salpeter	262,9	53,92
6. „ + 4 „ „	271,8	54,51
Unterschied zwischen 1 u. 2:	+ 55,2	+ 10,38
„ „ 2 „ 3:	+ 8,9	+ 0,59

Die Wirkung von Phosphorsäure neben Stalldünger und Salpeter:

(Beidüngung 2 Doppelzentner Salpeter.)		
1. Tiefstalldünger	263,5	53,08
2. „ + 50 kg Phosphorsäure	280,0	54,41
Unterschied zwischen 1 u. 2:	+ 16,5	+ 1,23
3. Hofdünger	249,2	51,09
4. „ + 50 kg Phosphorsäure	262,9	53,92
	+ 13,7	+ 2,73

Die Phosphorsäure hatte als Beidünger bei dieser Sorte von Kartoffeln gewirkt. „Professor Maercker" ist eine sehr ertragreiche Kartoffelsorte, welche eine größere Menge von Nährstoffen und somit auch von Phosphorsäure im Boden vorfinden muß, als weniger ertragreiche Sorten. Höchstbeträge sind von den landwirtschaftlichen Kulturpflanzen nur dann zu erwarten, wenn diese keinen Hunger nach irgend einem Nährstoffe haben. Die schwächere Salpetergabe wirkte sehr günstig, die stärkere Düngung machte sich nicht bezahlt. Die starke Salpetergabe brachte noch einen anderen Übelstand mit sich. Die Kartoffeln waren nicht haltbar, sie faulten leicht und zeigten im Winter schwarze Flecken im Innern. Es ist nicht ratsam, den Kartoffeln eine starke Beidüngung von Salpeter zu geben.

Ferner seien Versuche von Schneidewind aus Lauchstädt erwähnt.[85]) Die angebaute Sorte der Kartoffeln ist in dem Berichte des Versuchsanstellers nicht genannt.

Versuche mit Kartoffeln.

	Knollen Doppelzentner	Stärkemehl Doppelzentner
1. 266 Doppelzentner Stallmist aus einem Tiefstall + 100 kg Phosphorsäure + 80 kg Kali	299,5	54,69
2. Wie 1., aber Hofdünger verwendet	274,9	53,91
3. Mineraldüngung: 100 kg Phosphorsäure, 80 kg Kali, 4 Doppelzentner Salpeter	248,9	48,89
4. Wie 3. + 266 Doppelzentner Tiefstalldünger . .	312,2	59,03
5. Wie 3. + 266 Doppelzentner Hofdünger	305,8	59,40
Unterschied zwischen den Versuchen 3 u. 4:	63,3	10,14
„ „ „ „ 3 „ 5:	56,9	10,51

Auch hieraus ergibt sich, daß in einem in guter Kultur stehenden Boden die Erträge an Kartoffeln erheblich gesteigert werden können, wenn man zum Stalldünger eine Zugabe von Mineraldünger gibt.

Düngung für Winterweizen.

Versuche von Maercker.[86])

Angebaute Sorte: Beselers Square head III.

Düngung:	Ertrag Körner	Ertrag Stroh und Spreu
	Doppelzentner	Doppelzentner
1. 400 Doppelzentner Tiefstalldünger	27,90	43,01
2. 400 „ Hofdünger von überdachter Düngerstätte	24,41	40,70
3. 400 Doppelzentner Hofdünger von offener Düngerstätte	23,07	38,99
Mittel:	25,12	40,90
4. Wie 1. + 50 kg lösl. Phosphorsäure	22,92	40,85
5. „ 2. + 50 „ „ „	24,19	37,73
6. „ 3. + 50 „ „ „	24,40	40,93
Mittel:	23,83	39,83
Wirkung der Phosphorsäure:	+1,29	+1,07

Ein nennenswerter Erfolg ist nicht zu verzeichnen gewesen und erscheint es auffällig, daß beim Tiefstalldünger die Beigabe von Phosphorsäure ungünstig wirkte. Auf welche Ursachen diese eigentümliche Erscheinung zurückgeführt werden kann, läßt sich nicht sagen.

7. Wie 1. + 1 Doppelzentner Salpeter	27,01	44,65
8. „ 2. + 1 „ „	25,97	43,31
9. „ 3. + 1 „ „	27,67	45,54
Mittel:	26,88	44,50
Wirkung des Salpeters:	+1,76	+3,60

Beim Hofdünger hatte die Zugabe des Salpeters sehr vorteilhaft gewirkt. Der Mehrertrag an Körnern war hier 4,6 Doppelzentner.

Düngung:	Ertrag Körner	Ertrag Stroh und Spreu Doppelzentner
10. Wie 1. + 1 Doppelzentner Salpeter + 50 kg Phosphorsäure	30,21	49,63
11. Wie 2. + 1 Doppelzentner Salpeter + 50 kg Phosphorsäure	29,32	44,73
12. Wie 3. + 1 Doppelzentner Salpeter + 50 kg Phosphorsäure	33,12	51,27
Mittel:	30,88	48,54
Wirkung des Zusatzes von Salpeter und Phosphorsäure:	+5,76	+7,64

Die gleichzeitige Anwendung von Salpeter und von Phosphorsäure neben Stalldünger steigerte die Erträge erheblich. Namentlich sind die Unterschiede bei der Parzelle recht groß, welche Hofdünger von der offenen Düngerstätte erhalten hatte.

Düngung für Gerste (Sommergerste).

Versuche von Maercker.[87])

Bei den Düngeversuchen für Gerste wurde in allen Fällen eine Beidüngung von 50 kg Kali gegeben. In dem von Maercker erstatteten Berichte wird der Erfolg der Düngung ohne Zugabe von Stickstoff und Phosphorsäure wie folgt angegeben:

Düngung:	Ertrag an Körnern	Ertrag an Stroh
1. 400 D.-Ztr. Tiefstalldünger	25,45	29,25
2. 400 „ Hofdünger, Dünger überdacht gelagert	27,08	32,67
3. 400 „ „ offen gelagert	28,42	32,14

Allen bisherigen Erfahrungen widerspricht es, daß der Tiefstalldünger am schlechtesten und der offen gelagerte Hofdünger am besten wirkt. Man sollte eher die umgekehrte Reihenfolge erwarten, und halte ich es für nicht ausgeschlossen, daß bei der Zusammenstellung der Ergebnisse ein Versehen vorgekommen ist. Ich werde daher nachstehend nur die durchschnittlichen Erträge angeben, ohne Rücksicht darauf, wie die Aufbewahrung des Düngers im Stalle oder auf dem Hofe geschah.

Düngung:	Ertrag an Körnern	Ertrag an Stroh
1. 400 Doppelzentner Stalldünger	26,98	31,35
2. 400 „ „ + 1 Doppelzentner Salpeter	28,15	32,02
3. 400 Doppelzentner Stalldünger + 50 kg Phosphorsäure	25,92	28,62
4. 400 „ „ + 1 Doppelzentner Salpeter + 50 kg Phosphorsäure	29,48	33,77

Auch hier waren die Erträge durch die gleichzeitige Anwendung von Stickstoff, Phosphorsäure und Kali neben Stallmist erheblich gesteigert. Der Mehrertrag an Körnern betrug $2^1/_2$ Doppelzentner.

8. Was kostet der Stalldünger und wie hoch wird derselbe verwertet?

Diese Frage ist für die Praxis ungemein wichtig, aber schwer zu beantworten. Schon über die Kosten des Stalldüngers ist man sehr verschiedener Meinung, und dürfte es auch kaum möglich sein, eine Summe zu nennen, welche als allgemein gültig angenommen werden könnte. Die Bedingungen der Erzeugung sind gar zu verschieden. Es würde mich zu weit führen, wenn ich auf diese Frage näher eingehen wollte, ich erwähne nur, daß es vielfach üblich ist — ob mit Recht oder nicht lasse ich dahin gestellt —, den Selbstkostenpreis von 1 Doppelzentner Stallmist zu 1 Mk. anzunehmen. Recht häufig dürfte diese Zahl niedriger, oft aber auch höher anzunehmen sein.

Bei Beantwortung der Frage, wie hoch der Stalldünger verwertet wird, haben wir zu berücksichtigen, daß die Wirkung des Stalldüngers eine recht mannigfaltige ist, sie hängt von chemischen, von bakteriologischen und von physikalischen Ursachen ab. Bezüglich der chemischen Wirkung läßt beispielsweise sich feststellen, wie viel Stickstoff die Pflanzen aus dem Stalldünger im Vergleich zum Stickstoff eines Handelsdüngers entnehmen.

Aber unzertrennlich damit verbunden ist die Veränderung des Bodens in mechanischer Hinsicht. Diese letztere Wirkung ist länger andauernd als diejenige des Stickstoffs. Wir haben somit, wenn wir, wie es vielfach üblich ist, den Nutzertrag miteinander in Vergleich stellen, den einerseits der Stickstoff des Stallmistes und andererseits derjenige des Chilisalpeters hervorbringt, noch lange keinen richtigen Maßstab für den Wert des Stalldüngers für die ganze Fruchtfolge. Die Zahlenangaben über die Verwertung des Stalldüngers, wenn solche auf die Ausnutzung des Stickstoffs begründet wurden, sind demnach mit Vorbehalt aufzunehmen, sie sind niedriger, als der wirklichen Ausnutzung des Stalldüngers entspricht. Trotzdem können sie einen relativen Wert beanspruchen, wir können daraus schließen, wo hat der Stalldünger gut, wo schlecht gewirkt.

Wenn man die Wirkung eines Dungstoffs genau prüfen will, muß derselbe sich im relativen Minimum befinden. Mit anderen Worten, es müssen alle übrigen Wachstumsbedingungen in vollauf genügender Menge vorhanden sein, mit Ausnahme der zu prüfenden Bedingung, in diesem Falle des Stalldüngers. Gibt man diesen in steigenden und zwar teilweise in ungenügenden Mengen, so tritt dessen Wirkung scharf hervor. Sehr häufig war bei Düngungsversuchen der Fehler gemacht, daß diese Voraussetzung nicht erfüllt wurde, es ist oft viel zu reichlich mit Stalldünger gedüngt. Unter solchen Verhältnissen, also bei einseitig sehr starker Düngung mit Stallmist suchen die Pflanzen von den dargebotenen Stickstoffverbindungen diejenigen sich aus, welche sie ohne Mühe daraus ent-

nehmen können, unter Zurücklassung solcher Substanzen, deren Aufnahme und Ausnutzung Mühe macht. Der Stickstoff des Stalldüngers wird unter solchen Verhältnissen nicht richtig ausgenutzt und muß demgemäß auch die „Verwertung" des Stalldüngers, in Mark und Pfennigen ausgedrückt, eine zu niedrige sein. Trat nun außerdem eine andere Störung ein, hatten die betreffenden Pflanzen vielleicht nicht genügende Mengen von Phosphorsäure, enthielt der Dünger von diesem Nährstoff zu wenig, dann waren die einzelnen Teile der Pflanze reich an Stickstoff, aber die Menge der Ernteprodukte blieb wegen Hunger nach Phosphorsäure (oder wegen Hunger nach irgend einer anderen notwendigen Wachstumsbedingung) eine geringe.

Sehr häufig wird die Frage gestellt: Ist es ratsamer, mit Stalldünger zu düngen oder mit einem stickstoffhaltigen Handelsdünger? In solchen Fällen beabsichtigt man die Stickstoffwirkung von Dungstoffen miteinander zu vergleichen, man fragt nicht nach der durch den Stalldünger zu erzielenden besseren Gare des Bodens und gelangt zu einer Unterschätzung des Stalldüngers. Dies sei den folgenden Betrachtungen vorausgeschickt.

Die Verwertung des Stalldüngers bei Kartoffeln.

Schneidewind gebrauchte in der Versuchswirtschaft zu Lauchstädt für Kartoffeln mit nachfolgendem Weizen für ein Hektar 266 Doppelzentner Stalldünger. Es fand eine reichliche Beidüngung mit Kali und mit Phosphorsäure statt, um die Stickstoffwirkung des Stalldüngers hervortreten zu lassen. Im Durchschnitt von drei Jahren wurden durch den Stalldünger folgende Mehrerträge erzielt:

	Kartoffeln		Weizen (Nachfrucht)	
	Knollen	Stärkemehl	Körner	Stroh
	Doppelzentner	Doppelzentner	Doppelzentner	Doppelzentner
Tiefstalldünger . . .	84,3	12,16	8,42	20,55
Hofdünger	59,7	11,38	7,01	8,71

Rechnet man den Preis der Kartoffeln zu 3 Mk. oder bei niedrigen Preisen zu 2 Mk. für 1 Doppelzentner, von Weizen zu 17 Mk., von Stroh zu 2 Mk. für 1 Doppelzentner, so ergibt sich folgende Verwertung des Stalldüngers:[88])

	bei hohen Kartoffelpreisen	bei niedrigen Kartoffelpreisen
Tiefstalldünger	164 Pfg.	133 Pfg.
Hofdünger	119 „	96 „

Die Verwertung ist somit eine recht gute gewesen.

Bei den vorstehend erwähnten Versuchen wurde Kali und Phosphorsäure neben Stallmist gebraucht. Wir wollen die weitere Frage behandeln: Wie stellt sich die Verwendung von Stallmist, wenn wir keine Beidüngung von Superphosphat und von Kalisalz geben? In der Praxis ist es meist nicht üblich, neben Stallmist noch Handelsdünger auszustreuen. Wir greifen wieder auf Versuche aus Lauchstädt zurück.

Maercker ließ im Jahre 1897 für Kartoffeln (und zwar Magnum bonum) mit 200 Doppelzentner Stallmist für je ein Hektar düngen. Ein Teil des Feldes blieb ungedüngt. Die durch die Stallmistdüngung erzielten Erträge waren folgende:[89])

I. Versuchsreihe ohne Beigabe von Phosphorsäure:

Dünger:	Ertrag an Kartoffeln	Mehrertrag	1 D.-Ztr. Stalldünger erzeugte	Verwertung von 1 D.-Ztr. Stalldünger
	D.-Ztr.	D.-Ztr.	kg	Pfg.
1. Kein Stalldünger	169	—	—	—
2. 200 D.-Ztr. Tiefstalldünger . .	236	67	33	100
3. 200 „ Hofdünger, Düngerstätte überdacht .	222	53	26	78
4. 200 „ Hofdünger, Düngerstätte offen . .	204	35	17	51

II. Versuchsreihe mit Beigabe von Phosphorsäure:

5. Wie 1.	186	—	—	—
6. „ 2.	226	40	20	60
7. „ 3.	224	38	19	57
8. „ 4.	219	33	16	48

Die Ausnutzung des Stalldüngers war eine auffallend schlechte gewesen und hatte anscheinend die Jahreswitterung (Jahr 1897) einen Einfluß dabei ausgeübt.

Im Jahre 1898[90]) brachten je 200 Doppelzentner auf 1 ha folgende Mehrerträge hervor:

Tiefstalldünger . . . 77,3 D.-Ztr. Kartoffeln mit 12,32 D.-Ztr. Stärkemehl.
Hofdünger . . . . 30,8 „ „ „ 6,51 „ „

Durch 1 Doppelzentner Stallmist wurden erzeugt:

Aus dem Tiefstall . . . . . 38,65 kg Kartoffeln mit 6,16 kg Stärkemehl.
„ „ Hofe . . . . . 15,40 „ „ „ 3,26 „ „

1 Doppelzentner des Stalldüngers wurde somit verwertet bei einem Kartoffelpreise (für 1 Doppelzentner) von

	3 Mk.	2 Mk.
Tiefstalldünger	115,9 Pfg.	77,3 Pfg.
Hofdünger	46,2 „	30,8 „

Wir sehen, daß die Zahlen in den einzelnen Jahren schwanken. Ist die Jahreswitterung günstig, dann könnte die Verwertung des Stalldüngers eine vorteilhaftere sein, wenn nun die Preise für die Kartoffeln nicht sehr niedrig wären.

Im allgemeinen wird der Stalldünger von den Kartoffeln gut und höher als von irgend einer anderen landwirtschaftlichen Kulturpflanze ausgenutzt.

Die oben zuerst mitgeteilten Zahlen für die Verwertung des Düngers kann man mit den zuletzt angegebenen Ziffern nicht in direkten Vergleich stellen, weil bei den ersteren die Nachwirkung des Stalldüngers im zweiten Jahre mit berücksichtigt war. Bringen wir die Nachwirkung in Abzug, so bezifferte sich, und zwar im Durchschnitt von drei Jahren, der bei Kartoffeln durch Stalldünger erzielte Mehrertrag an Knollen: bei Tiefstalldünger auf 84,3 Doppelzentner, bei Hofdünger auf 59,47 Doppelzentner; es ist durch je einen Doppelzentner Mist ein Mehrertrag von 31,6 Doppelzentner Kartoffeln bei Gebrauch von Tiefstalldünger und von 22,4 Doppelzentner Kartoffeln bei Anwendung von gewöhnlichem Hofdünger hervorgebracht.[91]) Hieraus berechnet sich eine Verwertung des Stalldüngers bei einem Kartoffelpreise von

	3 Mk.	2 Mk.
Tiefstalldünger	94,8 Pfg.	63,2 Pfg.
Hofdünger	67,2 „	44,8 „

Bei den erwähnten Versuchen tritt immer wieder die Minderwertigkeit des gewöhnlichen Hofdüngers uns entgegen. Je mehr derartige Beweise sich häufen, desto mehr wird man dazu übergehen müssen, Tiefställe einzurichten. — Mist und Mist ist nicht dasselbe.

Die Verwertung des Stalldüngers bei Zuckerrüben.

In der Versuchswirtschaft zu Lauchstädt sind durch die Anwendung von 400 Doppelzentner Stallmist im Durchschnitt aller Versuche 111 Doppelzentner und im Jahre 1897 nur 44,1 Doppelzentner Zuckerrüben geerntet.[92]) Nehmen wir den Wert von 1 Doppelzentner Rüben zu 2 Mk. an, so war die Verwertung von 1 Doppelzentner des Stalldüngers

im Jahre 1897 . . .	22 Pfg.
„ „ 1898 . . .	56 „

Wir sehen, daß die Zahlen sehr schwanken können.

Dies tritt noch mehr hervor, wenn wir die einzelnen Versuche berücksichtigen. Die Verwertung des Stalldüngers für Zuckerrüben war im Jahre 1897 in Lauchstädt (ohne Rücksichtnahme auf die Nachwirkung desselben) folgende:[93])

1 Doppelzentner Stallmist ohne Beidünger erzeugte	13,4 kg Rüben im Werte von 26,8 Pfg.
1 Doppelzentner Stallmist mit Beidüngung von 50 kg Phosphorsäure erzeugte	18,8 kg Rüben.

Nach Abzug des Preises der Phosphorsäure wurde 1 Doppelzentner Stallmist mit 33,6 Pfg. verwertet. — Durch eine Beidüngung von Salpeter (2 Doppelzentner) zum Stallmist ist ein so geringer Mehrertrag erzielt, daß die Kosten des Salpeters nicht gedeckt sind und somit der Stallmist einen Verlust brachte. Als sowohl Salpeter (2 Doppelzentner) wie auch Phosphorsäure (50 kg) neben Stalldünger angewendet waren, betrug die Verwertung von 1 Doppelzentner Stallmist = 19 Pfg.

Es ist hierbei die Nachwirkung des Stalldüngers nicht in Betracht gezogen. Dieselbe ist, wie ich an anderer Stelle dargelegt habe, im zweiten Jahre erheblich geringer wie im ersten, und dürfte somit die Verwertung des Stalldüngers in den vorliegenden Fällen fast ausnahmslos unter dem Selbstkostenpreise desselben gelegen haben.

Die Ausnutzung des Stalldüngers ist in sehr hohem Grade von der Jahreswitterung abhängig. Es seien folgende runde Zahlen angegeben (Jahrgang 1897):

I. Versuchsreihe ohne Beigabe von Phosphorsäure:

Dünger:	Ertrag an Rüben	Mehrertrag	1 Doppelzentner Mist erzeugte Rüben	Verwertung von 1 Doppelzentner Stallmist
	Doppelzentner		kg	Pfg.
1. Kein Stalldünger	318	—	—	—
2. 400 D.-Ztr. Tiefstalldünger . . .	339	21	5	10
3. 400 „ Hofdünger, Düngerstätte überdacht	377	59	15	30
4. 400 D.-Ztr. Hofdünger, Düngerstätte offen	350	11	8	16

II. Versuchsreihe mit Zugabe von Phosphorsäure:

1. Kein Stalldünger	340	—	—	—
2. 400 D.-Ztr. Tiefstalldünger . . .	375	35	9	18
3. 400 „ Hofdünger, Düngerstätte überdacht	394	54	13	26
4. 400 D.-Ztr. Hofdünger, Düngerstätte offen	375	35	9	18

Im folgenden Jahre 1898, mit günstiger Jahreswitterung, wurden bei gleichzeitiger Anwendung von Phosphorsäure folgende Ergebnisse erzielt:

1. Kein Stalldünger	364	—	—	—
2. Dünger aus dem Tiefstall . . .	498	134	33	66
3. „ vom Hofe	452	88	22	44

Bei einem anderen Versuche, der von Schneidewind ausgeführt ist, wurde für Zuckerrüben mit nachfolgender Gerste mit Stallmist gedüngt. Das ganze Feld erhielt eine sehr reichliche Düngung mit Kali und mit Phosphorsäure, nämlich 100 kg lösliche Phosphorsäure und 120 kg Kali; außerdem ist für die nachfolgende Gerste nochmals mit 50 kg Phosphorsäure und mit 80 kg Kali gedüngt. Ein Teil des Feldes hatte für die Zuckerrüben eine Düngung mit 400 Doppelzentner Mist erhalten. Die Mehrerträge unter dem Einflusse des Stalldüngers sind folgende gewesen:

Durchschnitt der Jahre 1898, 1899, 1900:	Zuckerrüben			Gerste (Nachfrucht)	
	Wurzeln	Zucker	Kraut	Körner	Stroh
	D.-Ztr.	D.-Ztr.	D.-Ztr.	D.-Ztr.	D.-Ztr.
Tiefstalldünger	+118,6	+17,5	+85,9	+10,0	+14,0
Hofdünger	+116,1	+16,54	+87,9	+ 8,73	+ 6,35

Nehmen wir folgende Preise für je einen Doppelzentner an: Gerste 17 Mk., Stroh 2 Mk., Schnitzel 20 Pfg., Rüben hohe Preise 2 Mk., niedrige Preise 1,60 Mk., dann wurde 1 Doppelzentner Stallmist verwertet:

	bei niedrigen Rübenpreisen	bei hohen Rübenpreisen
Tiefstalldünger . . .	97 Pfg.	115 Pfg.
Hofdünger	83 „	99 „

Die Verwertung war hier wesentlich schlechter als bei den oben bei der „Verwertung des Stalldüngers für Kartoffeln" zunächst erwähnten Versuchen von Schneidewind, die unter gleichen Verhältnissen ausgeführt sind.

Die Ursache liegt nur zum Teil darin, daß die Kartoffeln den Stalldünger etwas schlechter ausnutzen wie die Kartoffeln. Der wichtigste Grund ist darin zu suchen, daß bei den Rübenversuchen viel mehr Stallmist angewendet wurde, als die Rüben nutzbringend verwerten konnten. Es ist durchaus nicht immer richtig, wenn man sagt: „viel hilft viel". — Bei der Verwertung des Stallmistes muß man auch die Nachwirkung berücksichtigen. Es liegen bisher nur wenige Ergebnisse von Feldversuchen vor, aus denen man die Verwertung des Stalldüngers im zweiten Jahre genau berechnen kann. Die Nachwirkung pflegt eine so schwache zu sein, daß man im zweiten Jahre eine Mineraldüngung geben muß, um zufriedenstellende Erträge zu erhalten. Dies dürfte im wesentlichen die Ursache sein, daß bisher aus größeren landw. Betrieben über die Nachwirkung des Stalldüngers in nur beschränktem Maße zahlenmäßige Nachweise vorliegen. Wünschenswert ist es, daß in den „Versuchswirtschaften" der Landwirtschaftskammern auf die Ermittlung der Nachwirkung des Mistes, ohne Zuführung von Handelsdünger, mehr Wert gelegt wird, um die Ausnutzung des Stalldüngers genauer kennen zu lernen.

Ich erwähne einen Versuch von Maercker, der für Zuckerrüben mit 400 Doppelzentner Tiefstalldünger gedüngt hatte.[94]) Als Nachfrucht ist, ohne eine weitere Düngung zu geben, Gerste angebaut. Die durch den Stallmist erzielten Mehrerträge waren folgende:

Erstes Jahr 97,6 Doppelzentner Rüben im Werte von . . . . 195,20 Mk.
Zweites „ 1,88 „ Gerstenkörner und 3,62 Doppelzentner Stroh im Werte von . . . . . 40,04 „

Hieraus geht hervor, daß je 1 Doppelzentner Tiefstalldünger verwertet wurde

im ersten Jahre mit . . . 48,8 Pfg.
„ zweiten „ „ . . . 10,0 „
Zusammen: 58,8 Pfg.

9. Die Menge des anzuwendenden Stalldüngers.

Über die Menge des anzuwendenden Stalldüngers lassen allgemein gültige Regeln sich nicht aufstellen. Dies hängt von der Beschaffenheit des Düngers ab und von der Eigenschaft des zu düngenden Bodens; es ist nicht gleichgültig, ob dieser schwer, weniger schwer oder leicht ist. Ferner ist die Menge des zu gebrauchenden Stalldüngers durch die etwa nebenbei zu verabreichenden Handelsdünger bedingt und ganz besonders durch die Art der zu düngenden Pflanzen.

Man pflegt im schweren, bindigen Boden 300—600 Doppelzentner Stallmist alle vier Jahre zu geben, im leichteren Boden 200—400 Doppelzentner. Die Ergebnisse neuerer Untersuchungen weisen darauf hin, daß

1. die Nachwirkung des Stalldüngers keineswegs eine so hohe ist, als man früher annahm, und es daher empfehlenswerter ist, das Feld häufiger und in kürzeren Zwischenpausen zu düngen;
2. die Menge des angewendeten Düngers oft zu hoch genommen war. Es ist ratsamer, auf einmal nicht zu viel zu verwenden, und durchaus nicht nötig, den ganzen Bedarf der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen an Stickstoff in Form von Stalldünger zu geben. Vorzugsweise trachte man danach, die physikalische Beschaffenheit des Bodens durch Stallmist zu verbessern.

Als Beweis, daß bei reichlichen Gaben von Stallmist nicht immer der Stickstoff von ausschlaggebender Bedeutung für die Höhe der Erträge ist, sondern daß die Infizierung des Bodens mit Bakterien und die dadurch hervorgebrachte Verbesserung des Bodens in physikalischer Hinsicht mehr beachtet zu werden verdient, seien Versuche von Schneidewind erwähnt.[95])

Mastochsen erhielten ein völlig gleiches Futter. Sie wurden teils im Tiefstall, teils im Flachstall gehalten. Das gegebene Futter enthielt teils 2 kg, teils 3 kg Protein für den Tag und 1000 kg Lebendgewicht berechnet. Die prozentische Zusammensetzung des erzeugten Düngers war folgende:

Futter:	Stickstoff, gesamte Menge	Stickstoff, löslich
	Hofdünger von überdachter Düngerstätte:	
	%	%
2 kg Protein	0,482	0,093
3 „ „	0,502	0,108
	Tiefstalldünger	
2 kg Protein	0,711	0,189
3 „ „	0,810	0,202

Hiervon sind je 400 Doppelzentner für 1 ha im Herbst gegeben und sofort untergepflügt. Ferner wurde mit 50 kg löslicher Phosphorsäure und mit 80 kg Kali (in Form von 40%igem Salz) gedüngt.

	Ernte an	
	Rüben	Zucker von 1 ha
	Doppelzentner	Doppelzentner
Hofdünger, mäßige Proteingabe	478,8	88,12
„ starke „	478,6	88,40
Tiefstalldünger, mäßige Proteingabe	471,6	85,21
„ starke „	485,0	85,53

Ein Unterschied in den Erträgen ist kaum vorhanden. Der Hofdünger wirkte, trotz des geringeren Gehaltes an Stickstoff, auf den Zuckergehalt vorteilhaft ein. Die Stickstoffwirkung des Tiefstalldüngers ist nicht voll zum Ausdruck gekommen, es war die Menge des gegebenen Stickstoffs größer, als die Rüben danach Verlangen hatten. Wenn nun der Hofdünger vorteilhafter auf die Zuckererzeugung einwirkte als der Tiefstalldünger, so dürfte dies wesentlich dem Umstande zuzuschreiben sein, daß der Hofdünger weiter zersetzt war. Der Tiefstalldünger hatte die Vegetationsperiode der Rübenpflanzen verlängert, es waren die Rüben nicht ebenso reif wie die anderen, und erklärt sich hieraus die höhere Zuckermenge nach Anwendung des zweifellos an und für sich geringwertigeren Hofdüngers.

Ganz andere Ergebnisse würden erzielt sein, wenn statt der 400 Doppelzentner des Mistes nur 200—300 Doppelzentner davon genommen wären.

In dem Abschnitt „Über die Wirkung des Stickstoffs im Stalldünger" habe ich ausführlich dargelegt, daß man durch zu große Gaben von Stallmist leicht eine Verschwendung treiben kann. Es werden dann die Blätter der Pflanzen reich an Stickstoff, es findet ein Luxusverbrauch statt, ohne daß die Pflanzen entsprechenden Nutzen davon haben, der durch eine Erhöhung der Ernteerträge zum Ausdruck kommen würde. Ich habe ferner in dem folgenden Abschnitt „Über die physikalische Wirkung des Stalldüngers" auf den hohen Wert der „nicht-chemischen" Eigenschaften des Stallmistes aufmerksam gemacht. Diese Hinweise lassen erkennen, daß man mit dem Stalldünger keine Verschwendung treiben, nicht zu große Mengen davon auf einmal geben soll.

Berücksichtigen wir, in wie außerordentlich nachlässiger Weise der Stalldünger auf dem Hofe der kleinen Landwirte oft behandelt wird. Der dort lagernde Mist enthält nur äußerst geringe Mengen von löslichen Stickstoff-Verbindungen, weil diese fortgeschwemmt sind. Aber trotzdem befindet sich der Acker, wenn auch nicht in einem guten, aber doch in einem leidlichen Düngungszustande. Unter solchen Verhältnissen ist es nicht der Stickstoff des Stalldüngers, welcher vorzugsweise wirkt, sondern die vorhandenen Bakterien. Ohne Zweifel ist die durch den Stallmist bewirkte Infizierung des Feldes mit Bakterien von ungemeiner Wichtigkeit.

In größeren landwirtschaftlichen Betrieben wird von einem guten Stalldünger oft eine zu große Menge gegeben, es kommt hier vor, daß man „des Guten zuviel getan" hat, und würde es lohnender sein, die Felder häufiger, aber mit kleineren Mengen zu düngen.

10. Lassen Höchsterträge an Ernteprodukten bei Zuckerrüben und bei Kartoffeln durch Stallmist oder durch den alleinigen Gebrauch von Handelsdünger sich erzielen?

Der Stalldünger wirkt bei den einzelnen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen sehr ungleich. Pflanzen von kurzer Vegetationszeit nutzen den Stickstoff des Stalldüngers oft recht mangelhaft, Pflanzen von langer Vegetationsdauer gut aus. Es ist empfehlenswert, den Stalldünger zunächst bei Pflanzen von recht langer Wachstumsdauer anzuwenden, und unter diesen bieten insbesondere die Hackfrüchte eine Gewähr für einen guten Erfolg, weil durch die für diese Pflanzen notwendige Bearbeitung des Bodens die Zersetzung des Stalldüngers beschleunigt wird. Mit vollem Recht wendet man den Stalldünger vorzugsweise bei Kartoffeln und Rüben an. In manchen Gegenden ist es üblich, die Hackfrüchte mit Salpeter reichlich zu düngen und den Salpeter in mehreren Portionen zu geben. Infolgedessen ist die Meinung verbreitet, daß der Stallmist zwar recht vorteilhaft sei, um den Boden für die Zuckerrüben oder für die Kartoffeln zu lockern, die Ackerkrume in einen guten mechanischen Zustand zu versetzen, aber im übrigen könne man bei einer günstigen mechanischen Beschaffenheit des Bodens den Stalldünger entbehren, und Höchstbeträge seien überhaupt nur durch Superphosphat und Salpeter zu erzielen. Wir wollen prüfen, ob diese Annahme richtig ist.

Ich erwähne zunächst Versuche für Zuckerrüben, welche einen Vergleich zwischen der Wirkung des Stickstoffs im Salpeter und derjenigen im Stalldünger bilden.

Von Schneidewind wurden drei Jahre lang Versuche ausgeführt.[96]) Das Feld erhielt eine sehr reichliche Düngung mit 120 kg Kali (10 Doppelzentner Kainit oder 3 Doppelzentner vom 40%igen Kalisalz) und 100 kg löslicher Phosphorsäure. Ein Teil der Felder empfing 5 Doppelzentner Salpeter (höhere Gaben erwiesen sich als vollkommen wirkungslos), ein anderer Teil der Felder wurde mit 400 Doppelzentner Stallmist gedüngt. Die in drei Jahren durchschnittlich erzielten Mehrerträge waren folgende:

	Zuckerrüben Doppelzentner	Zucker Doppelzentner	Rübenkraut Doppelzentner
1. Durch 5 D.-Ztr. Salpeter	70,0	9,84	100,2
2. „ 400 „ Tiefstalldünger . .	118,0	17,50	85,9
3. „ 400 „ Hofdünger . . .	106,1	16,54	87,9
Mehrerträge durch Tiefstalldünger:	48,6	7,66	—
Mehrerträge durch Hofdünger:	36,1	6,70	—

Der Stalldünger gab höhere Erträge als die höchste Salpetergabe.

Bei weiteren Versuchen, die ebenfalls in Lauchstädt drei Jahre hintereinander ausgeführt sind, erhielten Zuckerrüben eine sehr reichliche Düngung von 100 kg löslicher Phosphorsäure, 120 kg Kali, 5 Doppelzentner Salpeter (Angaben auf 1 ha bezogen). Außerdem empfing ein Teil des Feldes 400 Doppelzentner Stallmist, teils Tiefstalldünger, teils Hofdünger. Geerntet wurden im Durchschnit der 3 Jahre 1898—1900:

	Rüben Doppelzentner	Zucker Doppelzentner	Rübenkraut Doppelzentner
1. Volle Mineraldüngung	437,6	75,66	291,7
2. „ „ und Tiefstalldünger	533,6	88,1	366,6
3. „ „ „ Hofdünger . .	503,1	85,6	366,9
Durch Tiefstalldünger mehr:	96,0	12,45	74,9
Durch Hofdünger mehr:	65,5	9,97	75,2

In Lauchstädt konnten bei stärkster Düngung mit Salpeter, mit Kali und Phosphorsäure nicht mehr als 440 Doppelzentner Zuckerrüben auf einem Hektar geerntet werden. Durch die Zugabe von Stallmist wurde der Ertrag um rund 100 Doppelzentner erhöht.

Durch Versuche von Maercker aus dem Jahre 1897, welches Jahr durch eine ungünstige Witterung unvorteilhaft sich auszeichnete, wurden folgende Erträge auf einem Hektar geerntet:[97])

	Rüben Doppelzentner	Zucker Doppelzentner
1. Ungedüngt	318,84	50,53
2. 400 D.-Ztr. Tiefstalldünger	339,52	53,48
3. 400 „ Hofdünger von offener Düngerstätte	350,47	58,18
4. Bei reiner Mineraldüngung wurden die höchsten Erträge erzielt durch 6 Doppelzentner Salpeter (in drei Portionen gegeben) und 50 kg Phosphorsäure	434,39	69,07
5. Die Wirkung von 400 Doppelzentner Stalldünger, 2 Doppelzentner Salpeter und 50 kg Phosphorsäure war	453,14	70,25

Hiernach war für Zuckerrüben der Höchstertrag, durch Stalldünger allein, nicht zu erreichen und wirkte Mineraldünger, allein gebraucht, besser.

Jedoch sind auch bei diesen Versuchen die besten Erträge zu verzeichnen gewesen, wenn sowohl Stalldünger, wie auch Salpeter und Phosphorsäure in Anwendung kamen.

Ähnlich waren die Ergebnisse bei Kartoffeln.

In den drei Jahren 1898—1900 wurden von Schneidewind in Lauchstädt die Felder sehr reichlich mit 80 kg Kali und mit 100 kg Phosphorsäure gedüngt; ein Teil der Felder erhielt (für die nachfolgenden Kartoffeln) 266 Doppelzentner Stallmist, ein anderer 4 Doppelzentner Salpeter, ein dritter keinen Stickstoffdünger.[98]) Im Durchschnitt wurde geerntet:

	Knollen Doppelzentner	Stärkemehl Doppelzentner
266 Doppelzentner Tiefstalldünger	299,5	54,7
266 „ Hofdünger	274,9	53,9
4 „ Chilisalpeter	248,9	48,9
Kein Stickstoffdünger gegeben	215,2	42,5

	Knollen Doppelzentner	Stärkemehl Doppelzentner
Erzielte Mehrerträge durch Tiefstalldünger .	84,3	12,1
„ „ „ Hofdünger . . .	59,7	11,3
„ „ „ Salpeter . . .	33,7	6,3
Unterschied zu Gunsten des Tiefstalldüngers .	50,6	5,8
„ „ „ „ Hofdüngers . . .	26,0	5,0

Der Stickstoff des Salpeters hat in der Wirkung den Stickstoff des Stalldüngers nicht zu ersetzen vermocht.

Bei anderen Versuchen, die in Lauchstädt ebenfalls drei Jahre hintereinander fortgeführt sind, wurde eine Grunddüngung mit 100 kg löslicher Phosphorsäure, 80 kg Kali und 4 Doppelzentner Salpeter gegeben und auf einem Teile des Feldes außerdem 266 Doppelzentner Stalldünger.[99]) Es sind folgende Ergebnisse erzielt:

	Kartoffelknollen Doppelzentner	Trockensubstanz Doppelzentner	Stärkemehl Doppelzentner
1. Volle Mineraldüngung	248,9	63,34	48,89
2. Volle Mineraldüngung und außerdem Tiefstalldünger	312,2	77,17	59,03
3. Volle Mineraldüngung und außerdem Hofdünger	305,8	77,20	59,40
Mittelzahl von 2. und 3.	308,6	77,18	59,21
Mehrertrag durch die Beigabe von Stalldünger neben einer mineralischen Volldüngung	59,7	13,84	10,32

Wir erwähnen dann noch Versuche, welche 1897 in Lauchstädt mit Kartoffeln (Magnum bonum) ausgeführt sind.[100]) Geerntet wurde auf der Fläche eines Hektars:

	Kartoffeln Doppelzentner	Stärkemehl Doppelzentner
1. Ungedüngt	169,21	28,94
2. 4 Doppelzentner Salpeter und 50 kg lösliche Phosphorsäure	222,94	38,57
3. 200 Doppelzentner Tiefstalldünger	236,60	40,46
4. 200 „ Hofdünger, offen gelagert . .	204,49	36,60

Bezüglich der Mineraldüngung war unter den gegebenen Verhältnissen des Bodens und des Klimas eine Gabe von 4 Doppelzentner Salpeter und 50 kg Phosphorsäure die höchste, die anwendbar erschien, indem größere Mengen dieser beiden Pflanzennährstoffe einen besseren Erfolg erfahrungsgemäß nicht gehabt haben würden. Es hat hier ein guter Tiefstalldünger besser als die Mineraldüngung gewirkt, jedoch ist der Dünger von der offenen Düngerstätte gegenüber der Mineraldüngung im Erfolge zurückgeblieben.

Das Ergebnis besteht also darin, daß sowohl für Kartoffeln, wie für die Zuckerrüben der Stalldünger und insbesondere ein guter Stalldünger, wie er im Tiefstall gewonnen wird, ganz unersetzlich war, trotzdem der Boden in Lauchstädt in guter Kultur sich befindet.

Die Geringschätzung, mit der viele Landwirte auf den Stalldünger herabsehen und dies dadurch bekunden, daß sie den Mist in denkbar schlechtester Weise behandeln und alles Heil im Handelsdünger erblicken, muß aufhören. Nur durch die gleichzeitige Anwendung von Stallmist und Kunstdünger sind wir in der Lage, die Roherträge auf das höchste Maß zu steigern. Der Stalldünger soll stets die Grundlage bilden, die Handelsdünger sind Hilfsstoffe, um die Wirkung des Stalldüngers zu erhöhen. Wie weit wir die Roherträge durch den Gebrauch von Handelsdünger steigern dürfen, um gleichzeitig hohe Reinerträge zu erhalten, kann nur durch sorgfältige Versuche des einzelnen Landwirts ermittelt werden, unter sorgfältiger Berechnung und Erwägung aller Einflüsse, welche auf die Höhe des Reinertrages bestimmend einzuwirken vermögen.

11. Die Düngung der Kulturpflanzen mit Stallmist.

a) Hackfrüchte, Möhren und andere Wurzeln.

Im vorigen Abschnitt wurde bereits darauf hingewiesen, daß die Düngung der Kartoffeln und der Zuckerrüben mit Stallmist unentbehrlich ist und für keine andere Pflanzenarten dieser Dünger so gut ausgenutzt wird. Dasselbe gilt für die Futterrüben, die Kohlrüben (Wrucken) und für andere Hackfrüchte, ferner für Möhren und für sonstige Gewächse, von denen wir die Wurzeln verwerten. Alle diese Pflanzen erhalten regelmäßig im vorhergehenden Herbst (oder spätestens im Anfang Dezember) eine Düngung mit Stallmist.

b) Raps und sonstige Ölpflanzen.

Der Raps ist für eine Stallmistdüngung sehr dankbar, jedoch muß eine Beigabe von Handelsdünger erfolgen, wenn man hohe Ernten erzielen will.

Der Raps ist ein Tiefwurzler und bildet als solcher eine gute Vorfrucht vor Roggen oder vor Weizen. Der Raps beschattet den Boden gut, hinterläßt den Boden in einem garen Zustande und unterdrückt, infolge der Beschattung, das Unkraut. Es ist zu bedauern, daß die Rapskultur nicht in ausgedehnterem Maße betrieben wird, mit Rücksicht auf die Verbesserung des allgemeinen Kulturzustandes des Bodens und auf die Verwertung des Stalldüngers. Der Raps verlangt den Stalldünger insbesondere zur Lockerung des Bodens und zur Herbeiführung aller derjenigen Vorteile, welche mit dem Gebrauche des Stalldüngers in Bezug auf die physikalische Verbesserung des Bodens erforderlich sind. Zur Deckung des Bedarfes an Stickstoff und an Phosphorsäure ist nebenbei die Verabreichung größerer Mengen von Superphosphat und von Salpeter unerläßlich. Um Höchstbeträge zu erzielen, pflegt man auf einem Hektar 300 Doppelzentner Stalldünger und 3 Doppelzentner Superphosphat (50 kg Phosphorsäure enthaltend) unter-

zupflügen und unmittelbar vor der Saat noch einen Doppelzentner Superphosphat und 2 Doppelzentner Salpeter zu geben.

Im Frühjahr folgt dann eine Kopfdüngung mit noch einem dritten Doppelzentner Salpeter. Der Raps verbraucht nur einen Teil der Dungstoffe und hinterläßt den Boden in einem guten Zustande.

Die höchste Ausnutzung hat man vom Stalldünger, wenn man im landwirtschaftlichen Betriebe nach Deckung des Bedarfes für Rüben, Kartoffeln, Möhren und dergl. den Rest des Düngers für Raps und nicht für Getreidearten benutzt.

Aber auch für andere Ölsaaten ist der Stalldünger fast unentbehrlich, namentlich für Rübsen, Lein, Hanf, Mohn und für Pflanzen, die ätherische Öle liefern, wie Anis, Fenchel und dergl.

c) Getreide.

In manchen Gegenden ist es seit alter Zeit Sitte, insbesondere für Roggen und für Weizen mit Stallmist zu düngen. Diese Sitte stammt aus der Zeit, in welcher der Handelsdünger fast unbekannt und der Anbau von Rüben und von Kartoffeln lange nicht so ausgedehnt war, wie heute. Die wissenschaftlichen Untersuchungen haben ergeben, daß der Stallmist vom Roggen und vom Weizen im allgemeinen recht schlecht ausgenutzt wird und die Düngung mit Stallmist viel höher bei Kartoffeln und bei Rüben aller Art rentiert. Diese Erkenntnis dringt in immer weitere Kreise der Praxis, und gibt es heute viele Landwirte, welche den Stallmist fast ausschließlich für Hackfrüchte und für andere Wurzelgewächse, wie Möhren und dergl., gebrauchen. Und zwar mit vollem Recht. Man dünge die Hackfrüchte regelmäßig und gut mit Stalldünger, man wende ihn auch für Raps und andere Handelsgewächse an, dagegen gebrauche man für das Getreide den Stalldünger nur dann, wenn auf die Verbesserung der mechanischen Beschaffenheit des Bodens, auf die Erzielung einer guten Gare besonderer Wert gelegt werden muß.

Die physikalische Wirkung des Stallmistes ist überall hoch zu veranschlagen, die Stickstoffwirkung können wir bei Getreide durch Handelsdünger billiger haben.

Das Wintergetreide hat nach einer Düngung mit Stallmist Neigung zur Lagerung, das Sommergetreide nutzt den Stickstoff des Stallmistes nicht genügend aus, auch dann nicht, wenn wir den Stalldünger im vorhergehenden Herbst unterpflügen lassen.

Dort wo der Hackfruchtbau keine größere Ausdehnung hat und auch der Raps in nur beschränktem Maße gebaut wird, ist man gezwungen, den Mist für Wintergetreide zu gebrauchen. Man achte dort darauf, daß der Mist möglichst frühzeitig in den Boden kommt, damit dieser hinreichend sich setzen kann. Die ungünstige physikalische Beschaffenheit des Bodens nach dem Unterbringen des Stalldüngers, namentlich die entstandenen Hohlräume wirken auf die Keimung der Samen unvorteilhaft ein. Ganz besonders ist der Roggen in dieser Hinsicht empfindlich, und sollte man den Stalldünger mindestens 5 Wochen vor der Aussaat des Roggens im Boden haben.

Für Gerste gibt man keine Stallmistdüngung, sondern baut diese nach einer mit Mist gedüngten Hackfrucht an; Hafer erhält ebenfalls keine unmittelbare Stallmistdüngung.

d) Kleearten und Hülsenfrüchte.

Man hört oft den Ausspruch, daß der Mist für alle Pflanzen aus der Familie der Leguminosen unnötig sei, weil diese Pflanzen durch die Vermittlung von Bakterien den Stickstoff aus der Luft unentgeltlich beziehen.

Diese Annahme trifft aber nicht für alle Bodenverhältnisse zu. Wir müssen berücksichtigen, daß wir den Stallmist nicht nur aus dem Grunde anwenden, um den Pflanzen Stickstoff zuzuführen. Nicht selten ist die durch den Stallmist bewirkte Verbesserung der physikalischen Beschaffenheit des Bodens wichtiger als der Stickstoff.

Ferner haben wir zu beachten, daß die Bakterien, welche in die Wurzeln der Leguminosenpflanzen eindringen sollen, nicht allein von Stickstoff leben, sondern sie müssen auch organische Stoffe im Boden vorfinden, welche sie als Nahrung aufnehmen, sie dürfen im Ackerboden, bevor sie in die Pflanze übertreten, nicht ausgehungert sein. Daher ist in einem mageren, trocknen Boden beim Anbau von Kleearten oder von Hülsenfrüchten nur dann auf einen guten Erfolg zu rechnen, wenn vorher mit Stallmist gedüngt wurde. Desgleichen muß ein sehr schwerer, toniger Boden durch organische Stoffe zuvor einigermaßen gelockert sein; der Luft und mit ihr dem Stickstoff soll Gelegenheit gegeben werden, in den Boden einzudringen; es ist ein gewisser Vorrat an organischer Substanz als Nahrung für die Bakterien nötig, um günstige Lebensbedingungen für die Überträger des Stickstoffs zu schaffen.

Keineswegs ist es nötig, daß die Düngung mit Stallmist unmittelbar vor der Aussaat der Samen gegeben wird. Man baue, sofern die Fruchtfolge dies gestattet, vorher Hackfrüchte an, für die stark mit Stallmist gedüngt war. Die nachfolgende Kleeart oder Hülsenfrucht und insbesondere die tiefwurzelnde Luzerne wird gegen die Mistdüngung recht dankbar sich erweisen.[101])

In Gegenden, in denen das Frühjahr spät eintritt und der Winter kalt zu sein pflegt, ist es vielfach üblich, im Anfang des Winters die Kleefelder mit Stallmist schwach zu bedecken. Die strohigen Bestandteile geben im Winter einen Schutz gegen Kälte. Man nimmt im zeitigen Frühjahr das Stroh fort. Die in den Boden gesickerten Stickstoff-Verbindungen des Stalldüngers bieten den Pflanzen im Frühjahr Nahrung, zu einer Zeit, in der die Bakterien in dem kalten Erdboden noch nicht tätig sind und die Pflanze mit Stickstoff noch nicht versorgen.

Auch für Erbsen und für andere Leguminosen hat eine schwache Mistdüngung recht gut und namentlich dort sich bewährt, wo der Boden arm an Nährstoffen, das Frühjahr kalt und rauh ist. Die Pflanzen werden auf diese Weise in der Zeit gekräftigt, in welcher die Bakterien der Leguminosenpflanzen noch nicht arbeiten.

Die Kleearten und die Hülsenfrüchte müssen nicht nur eine reichliche Düngung mit Phosphorsäure und Kali erhalten, sondern unter Umständen kann auch eine schwache Gabe von Stallmist durchaus zweckmäßig sein.

e) Hopfen, Tabak und andere Handelsgewächse.

Für den Hopfen ist der Stalldünger unentbehrlich. Man rechnet für ein Hektar 200 Doppelzentner Stallmist, welche Gabe alle zwei Jahre wiederholt werden kann. In dem Zwischenjahre ist Handelsdünger auszustreuen. Der Stalldünger muß stets die Grundlage bilden; mit stickstoffhaltigen Handelsdüngern sei man recht vorsichtig, weil diese, wenn sie in größeren Mengen gegeben werden, auf die Qualität des Ernteproduktes ungünstig einwirken.

Ganz besondere Vorsicht erfordert die Düngung für Tabak. Der Gehalt der Blätter an Chlor muß ein sehr geringer sein, weil sonst die Brennbarkeit des Tabaks eine schlechte ist. Erfahrungsgemäß wandern die Chloride der Dungstoffe sehr leicht in die Blätter der Pflanzen, und muß man darauf Bedacht nehmen, den Chlorgehalt des Düngers möglichst zu verringern. Die Kühe, welche den zur Düngung des Tabaks dienenden Mist erzeugen, sind mit Heu von trocknen, jedenfalls nicht von berieselten Wiesen und mit viel Häcksel zu füttern. Die Fütterung der Rübenblätter und anderer großblättriger Gewächse, die viel Chlor enthalten, ist zu vermeiden.

Der Stalldünger ist im Herbst sehr frühzeitig unterzupflügen, damit die darin vorhandenen Chloride bis zur Vegetationszeit des Tabaks im nächsten Jahre in die tieferen Erdschichten gesickert sind, denn diese werden vom Erdboden nicht zurückgehalten, sie sind wanderungsfähig und werden durch das Drainwasser fortgeführt.

f) Der Gebrauch des Stalldüngers im Obst- und im Weinbau.

Für den Obstbau hat die Verwendung von Stalldünger geringere Bedeutung, indem man für größere Obstanlagen vorteilhafter Handelsdünger gebrauchen wird. Der Stalldünger kann selbstverständlich dort von Vorteil sein, wo es sich darum handelt, einen trocknen, mageren Boden humusreicher zu machen, den physikalischen Zustand des Bodens und namentlich die wasserfassende Kraft desselben zu erhöhen. Meist wird dieser Zweck billiger durch eine Gründüngung erreicht, nach vorhergehender starker Düngung mit Phosphorsäure, Kali und Kalk.

Bei der Neuanlage von Obstplantagen ist die Bearbeitung und die Düngung des Untergrundes ungemein wichtig. In diesem Falle verwende man Stalldünger, der hinreichend verrottet ist. Gleichzeitig muß Mineraldünger verwendet werden. Der Stalldünger wirkt auf die Ausbildung der Wurzeln der Obstbäume günstig ein.

Die regelmäßige Düngung der Obstbäume sollte nicht vernachlässigt werden, wie überhaupt die ordnungsmäßige Pflege der Bäume.

„Auf kleinsten Raum pflanz' einen Baum und pflege sein, er bringt's dir ein."

Noch wichtiger ist der Gebrauch des Düngers im Weinbau. Namentlich dort, wo an steilen, steinigen Abhängen der Weinbau gepflegt wird, ist der Gehalt

des Bodens an organischen, die Feuchtigkeit zurückhaltenden Substanzen gering, und die dort wachsenden Reben zeigen gar zu oft die deutlichen Anzeichen des Stickstoffhungers. Man gebe, wenn möglich alle 2 Jahre, für je 100 Rebstöcke 10 Doppelzentner Stallmist und im Zwischenjahre Handelsdünger.

Durch eine zweckmäßige Behandlung und Anwendung des Stalldüngers könnten in den weinbautreibenden Gegenden die Erträge ganz wesentlich gehoben werden. Aber gerade hier ist die Behandlung des Stalldüngers die denkbar schlechteste. Dasjenige, was mit sehr großer Mühe auf den Köpfen der Männer und der Frauen in steile Weinberge geschafft wird, besteht recht oft größtenteils aus Heide, Grasplaggen, Trestern, Kuhkot. Die Jauche fließt durch die steilen Dorfstraßen talwärts. Und gerade die Jauche ist bei der großen Bedürftigkeit der Weinrebe für Stickstoff und für Kali der weitaus wertvollste Bestandteil.

Wer, wie der Verfasser, seit mehreren Jahrzehnten die Düngung der Weinberge, namentlich an der Mosel, an der Ahr und am Rhein beobachtete, kann nur sein lebhaftes Bedauern aussprechen, daß dort durch die schlechte Behandlung des Stalldüngers und die nicht zweckmäßige Düngung der Weinberge im allgemeinen die Erträge im Durchschnitt der Jahre kaum halb so hoch sind, wie sie sein könnten. An Ermahnungen durch Wort und Schrift hat es nicht gefehlt, aber der Erfolg der Ermahnungen ist ein sehr geringer gewesen.

Bei Rebpflanzungen in der Ebene sollte man nicht versäumen, den Stalldünger zu einer Zeit hinauszuschaffen, in der es an Arbeitskräften nicht fehlt, und ihn dort ordnungsmäßig bis zur Gebrauchszeit aufzubewahren. Ganz besonders aber ist in steilen, steinigen Weinbergen die Ansammlung des Stalldüngers während des Sommers zu empfehlen, um ihn beim Gebrauche schnell zur Hand zu haben. Man sorge für die Herstellung einer zementierten Unterlage, auf welcher der Mist ruht; dieser ist mit Erde oder besser mit Torf zu durchschichten und recht fest zu treten. Eine kleine Jauchegrube muß vorhanden sein, damit das Mistwasser gesammelt werden kann und dieses nicht dort hinfließt, wo man es nicht haben will.

g) Der Gebrauch des Stalldüngers für den Gemüsebau und im gärtnerischen Betriebe.

Wir müssen es als selbstverständlich betrachten, daß der Stalldünger für den Gemüsebau und für den gärtnerischen Betrieb ganz unentbehrlich ist. Eine Beidüngung von Mineraldünger wirkt zwar vortrefflich, indes muß der Stalldünger hier stets die Grundlage der Düngung bilden. Dies ist schon allein aus dem Grunde nötig, um den Boden tätig zu machen, ihn in einen günstigen physikalischen Zustand zu versetzen.

Für die verschiedenen Kohlarten, Sellerie, Zwiebeln und andere einjährige Pflanzen pflegt man den Stalldünger im vorhergehenden Herbst in den Boden zu bringen. Bei Gewächsen, welche im Frühjahr besonders schnell getrieben werden sollen, wie Gurken, gibt man die Düngung auch wohl erst im Frühjahr, aber dann in sehr reichlicher Menge.

Ganz besonders reichlich muß für Spargel mit Stallmist gedüngt werden.

Wenn möglich, gebe man alle zwei Jahre für ein Hektar 250 Doppelzentner Tiefstalldünger. Im Zwischenjahre wird Mineraldünger gebraucht. Man verfährt am besten in der Weise, daß der Dünger nach dem Aufhören des Stechens der Spargel, also im Juli, in den genügend vertieften Wegen zwischen den einzelnen Spargelbeeten ausgebreitet und mit Erde bedeckt wird. Die dazu nötige Erde nimmt man aus den Wegen und zum Teil auch von den Rändern der Beete. Wenn nötig, müssen die Wege durch einen Pflug gelockert und vertieft werden. Der Mist verrottet hier und die löslichen Bestandteile desselben gehen nicht verloren, sie sickern in den Boden und kommen mit den weit verbreiteten Wurzeln der Spargelpflanzen in Berührung. Im Frühjahr wird der Mist ausgehoben, gleichmäßig über die Beete verteilt und untergegraben. Ganz unzulässig ist es, strohigen Stalldünger zu gebrauchen, weil die Sprosse an dem Stroh Widerstand finden. Aus diesem Grunde ist es auch zweckmäßig, keinen mit Langstroh hergestellten Dünger aus einem Flachstalle zu verwenden, sondern Tiefstalldünger, bei dem zerschnittenes Stroh Verwendung fand.

12. Rückblicke auf die Vergangenheit und Aufgaben für die Zukunft.

Wissenschaftliche Forschungen über die Eigenschaften des Stalldüngers hat man seit längerer Zeit ausgeführt. Die Wege, welche man hierbei einschlug, waren nicht immer die richtigen, und sie konnten nicht zum Ziele führen, solange als man von der Wirkung der Bakterien im Stalldünger keine Kenntnis hatte.

Zufolge der Fortschritte in der Wissenschaft sind die Grundlagen über die richtige Behandlung des Stalldüngers bis zu dessen Gebrauche auf dem Felde im wesentlichen jetzt ausgebaut; wir wissen, daß der beste Stalldünger im Tiefstall erzeugt wird, und daß beim Lagern des Düngers auf der Düngerstätte des Hofes wir alle Maßnahmen zu treffen haben, um den Zutritt der atmosphärischen Luft fern zu halten. Wir erreichen dies dadurch, daß wir den Stalldünger dort möglichst fest und hinreichend feucht lagern lassen. Der Gebrauch von irgend welchen chemischen Konservierungsmitteln ist nicht zu empfehlen.

Wir wissen ferner, daß wir den Dünger auf dem Felde sofort breiten und in der Regel auch sogleich unterpflügen sollen. Die Verhältnisse, unter denen das Liegenlassen des gebreiteten Düngers Vorteile gewähren kann, sind einer nochmaligen Prüfung zu unterziehen. Der Dünger soll in genügend vergorenem Zustande nicht zu tief und möglichst lange Zeit vor der Aussaat der Samen in den Boden gebracht werden. In Zukunft werden wesentliche Änderungen in der angedeuteten Behandlung des Düngers bis zum Einbringen desselben in den Boden kaum erwartet werden können, weil die Vorteile und die Nachteile der verschiedenen Behandlungsweisen sehr eingehend geprüft wurden.

Manche offene Fragen sind zu lösen, die auf die Wirkung und die Ausnutzung des Stalldüngers seitens der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen sich beziehen. Es werden die Versuchswirtschaften der landwirtschaftlichen Behörden an erster Stelle berufen sein, diese Angelegenheit wissenschaftlich zu behandeln, aber es fallen auch dem einzelnen Landwirte Aufgaben hierbei zu, deren Bearbeitung er sich nicht entziehen sollte.

Insbesondere kommen zwei Fragen in Betracht:

1. Wie hoch kann der Stallmist unter den gegebenen örtlichen Verhältnissen des einzelnen Landwirts im günstigsten Falle ausgenutzt werden?
2. Wie hoch ist die Ausnutzung des Stalldüngers bei den verschiedenen Feldfrüchten? Ich meine, es hätte ein Interesse, zu erfahren, ob ein Doppelzentner Stallmist mit 80 Pfg. oder mit 160 Pfg. oder mit irgend einer anderen Summe ausgenutzt wird. Ferner, ob wir, ebenfalls wieder unter den gegebenen örtlichen Verhältnissen, den Stalldünger besser für Kartoffeln und für Rüben oder für Weizen und Roggen anwenden. Wenn wir bei der einen Pflanzenart den Doppelzentner Stallmist mit 1 Mk., bei einer anderen mit 50 Pfg. ausnutzen, so werden wir in der Regel besser tun, nur bei der ersteren den Stallmist zu verwenden und für die letztere Handelsdünger zu kaufen.

Durch Felddüngungsversuche kann der Landwirt außerordentlich viel lernen. Die Bestellung des Versuchsfeldes verursacht keine erhebliche Mühe. Dagegen fehlt es in der Ernte meist an Zeit, um mit dem vorhandenen Personal die Wägungen der Erzeugnisse des Feldes vornehmen zu können, und ist dies meist der Hauptgrund, an welchem die Ausführung von Versuchen bisher scheiterte. Recht glücklich ist die, soweit mir bekannt, zuerst von P. Wagner geäußerte Idee, die Wägung der Ernteprodukte durch Beamte von landwirtschaftlichen Versuchsstationen vornehmen zu lassen.[102])

Es würde mich zu weit führen, wenn ich auf die Methode der Ausführung von Feldversuchen hier näher eingehen wollte, und möchte ich nur ganz kurz auf folgendes hinweisen.

Bei Versuchen über die Verwertung des Stalldüngers pflegt man besondern Wert auf eine möglichst vollkommene Ausnutzung des Stickstoffs zu legen. Dies können wir nur dann erreichen, wenn der Stickstoff im relativen Minimum sich befindet und Kali und Phosphorsäure in ausgiebiger Menge zugegen sind. Wir düngen daher das Feld reichlich mit den beiden zuletzt erwähnten Nährstoffen und einen Teil des Feldes außerdem mit steigenden Mengen von Stallmist.

Die Versuche sind mehrere Jahre in verschiedenen Feldlagen fortzuführen, und muß die Nachwirkung im zweiten Jahre, wenn möglich auch noch im dritten Jahre, beobachtet werden. Als Versuchspflanze für das erste Jahr ist ohne Zweifel die Kartoffel am besten geeignet, dann folge als Halmfrucht der Hafer oder die Gerste. Mehrere Parzellen bleiben zum Vergleich ungedüngt.

Gedüngt wird ein Hektar mit ungefähr 100 kg Kali (in Form von 40%igem Salz), entsprechend 2,5 Doppelzentner dieses Salzes, ferner mit ungefähr 100 kg Phosphorsäure (5 Doppelzentner eines 18%igen Superphosphates). Gleichzeitig wird auf einem Teile des Feldes gegeben: 200 Doppelzentner, auf einem zweiten Teile 300, auf einem dritten 400 Doppelzentner Stallmist, alles für die Fläche eines Hektars berechnet. Der Stallmist und das Kali wird im vorhergehenden Herbst flach untergebracht, das Superphosphat erst im Frühjahr.

Selbstverständlich sind auch Versuche von Wert, bei denen nur Stalldünger, ohne Anwendung von Kali und von Phosphorsäure, gebraucht wird, aber in

allen Fällen sorge man dafür, daß die Menge der Ernteprodukte durch Gewicht und nicht nach Schätzung, die sehr trügerisch ist, festgestellt wird. Für manche Bodenarten dürfte es sehr wertvoll sein, wenn ein Teil des Versuchsfeldes vor dem Ausstreuen von Stallmist gekalkt wird, um die Wirkung des Kalkes neben Stalldünger festzustellen.

Das Versuchsprogramm läßt auch in mancher anderen Hinsicht sich noch abändern.

Von nicht geringer Wichtigkeit sind Versuche über die Einwirkung des Stalldüngers auf verschiedene Pflanzenarten. Ein Feld von gleichmäßiger Bodenbeschaffenheit, von gleichartiger Vorbehandlung und gleicher Vorfrucht benutze man zum Anbau verschiedener Pflanzenarten. Man lasse einen Teil des Feldes ungedüngt, einem anderen gebe man 200, einem dritten 300 und einem vierten 400 Doppelzentner Mist und stelle fest, um wieviel die Höhe der Ernteprodukte im Vergleich zur ungedüngten Parzelle zugenommen hat, um hieraus die Ausnutzung des Stalldüngers bei den verschiedenen Pflanzen zu ersehen.

Die Versuche sind ein zweites und, wenn möglich, auch ein drittes Jahr fortzusetzen. Vielfache Abänderungen des Versuchsprogramms unter Beidüngung von Phosphorsäure und Kali sind möglich. Auf diese Weise lassen manche Fragen sich lösen, welche für den einzelnen Landwirt einen Nutzen haben.

Für die Allgemeinheit werden die „Vegetationsstationen" und die „Versuchswirtschaften" arbeiten müssen und zwar unter möglichster Ausschaltung aller derjenigen Einflüsse, welche das Ergebnis der Versuche zu trüben imstande sind. Ich verweise in dieser Hinsicht auf die Bemühungen von Pfeiffer und dessen Versuche in „Zementkastenparzellen", welche es nicht aussichtslos erscheinen lassen, daß man auf diese oder auf ähnliche Weise manche den Stallmist betreffende Frage wissenschaftlich wird beantworten können. Die Bearbeitung wichtiger Aufgaben über die Wirkung des Stalldüngers war bisher durch leichter zu lösende Fragen über Wirkung der mineralischen Dünger mehr oder weniger zurückgedrängt. Auch lag ein wesentlicher Grund, daß man sich mit dem Stallmist verhältnismäßig weniger beschäftigte, darin, daß die Meinungen über die beste Behandlung des Düngers auf dem Hofe und im Stalle sehr geteilt waren. Hierbei hat es an heftigen Auseinandersetzungen nicht gefehlt, es waren weder die Meinungen der Praktiker unter sich, noch diejenigen der Vertreter der Wissenschaft in Einklang zu bringen. Jeder hatte das Gefühl der Unsicherheit und die Überzeugung, daß gewisse Umstände bei der Wirkung des Stalldüngers mitspielen, die wir nicht richtig erklären können.

Es lag ein schwerer Nebel auf dem Arbeitsgebiete, der jede Fernsicht und Orientierung hinderte. Dieser Nebel ist jetzt zerrissen; immer klarer erkennen wir den richtigen Weg, den wir weiter zu beschreiten haben, um über die Wirkung des Stalldüngers uns volle Gewißheit zu verschaffen.

Ich schließe mit dem Wunsche, daß wir bald das erstrebte Ziel erreichen mögen, zum Heile der deutschen Landwirtschaft!

Literatur-Nachweise.

[1]) Arbeiten der D. L.-G. Heft 30. Hansen u. Günther.
[2]) Jahrb. der D. L.-G. 1902, S. 168.
[3]) Arbeiten der D. L.-G. Heft 1. Die keimtötende Wirkung des Torfmulls.
[4]) Arbeiten aus der biologischen Abteilung für Land- und Forstwirtschaft des Kaiserl. Gesundheitsamtes Bd. 1, Heft 1, Bd. 3, Heft 3.
[5]) Jul. Kühn, Fühlings landw. Ztg. 1901, S. 3.
[6]) Hiltner, Deutsche Landw. Presse 1901, S. 203.
[7]) Beijerinck, Zentralbl. für Bakteriologie II. Abt., Bd. 7, S. 566.
[8]) Gerlach, Zentralbl. für Bakteriologie II. Abt., Bd. 9, S. 817.
[9]) Köster, Jahrb. der D. L.-G. 1900, S. 61.
[10]) Krüger-Schneidewind, Zentralbl. für Bakteriologie II. Abt., Bd. 7, S. 149.
[11]) Beijerinck, Zentralbl. für Bakteriologie II. Abt., Bd. 7, S. 565.
[12]) Wilkens in Handb. der Landw., von der Goltz Bd. 3, S. 78.
[13]) Schneidewind, 4. Bericht der Versuchswirtschaft Lauchstädt.
[14]) M. Maercker, Jahresb. der Vers.-Stat. Halle, 1896, S. 56.
[15]) Pfeiffer, Arbeiten der D. L.-G. Heft 73 und Deutsche Landw. Presse 1902, S. 422.
[16]) Illustr. landw. Ztg. 1901, S. 36.
[17]) Köster, Deutsche Landw. Presse 1902, S. 650.
[18]) M. Hoffmann, Deutsche Landw. Presse 1900, S. 355.
[19]) Gerlach, Bericht der landw. Vers.-Stat. Posen, 1901, S. 23.
[20]) Annales agronomiques 1893.
[21]) Landw. Vers.-Stat. Bd. 43, S. 8.
[22]) Arbeiten der D. L.-G. Heft 30, S. 56.
[23]) Journal für Landwirtschaft Bd. 43, S. 10.
[24]) Arbeiten der D. L.-G. Heft 30.
[25]) Desgl. Heft 73.
[26]) Holdefleiß, Unters. über den Stallmist, Breslau 1889.
[27]) Maercker, Landw. Jahrb. Bd. 28, S. 1045.
[28]) Maercker, Illustr. landw. Ztg. 1899, S. 680.
[29]) Arbeiten der D. L.-G. Heft 73.
[30]) Deutsche landw. Presse 1900, S. 355.
[31]) Holdefleiß, Unters. über den Stallmist, Breslau 1889.
[32]) Mitteilungen der landw. Institute der Univ. Breslau Heft 3.
[33]) Arbeiten der D. L.-G. Heft 30, S. 33.
[34]) Illustr. Landw. Ztg. 1899, S. 680.
[35]) Maercker, landw. Jahrb. Bd. 28, S. 762 u. 784.
[36]) Pfeiffer, Arbeiten der D. L.-G. Heft 73.

[37]) Jahrb. der D. L.-G. 1902, S. 171.
[38]) Desgl., S. 25 und Deutsche Landw. Presse 1902, S. 650.
[39]) Henneberg, Beiträge zur rationellen Fütterung der Wiederkäuer Bd. 2, S. 144.
[40]) Arbeiten der D. L.-G. Heft 73.
[41]) Deutsche Landw. Presse 1901, S. 644.
[42]) Struwe, Deutsche Landw. Presse 1902, S. 102, und Eisbein, Tief- und Laufställe, 1897 (Verlag der Haenel'schen Druckerei in Magdeburg).
[43]) Illustr. landw. Ztg. 1902, S. 753.
[44]) Deutsche Landw. Presse 1902, Nr. 13, S. 103.
[45]) Illustr. landw. Ztg. 1901, S. 36.
[46]) Maercker, 1. Bericht der Versuchswirtschaft Lauchstädt S. 215.
[47]) Köster, Deutsche Landw. Presse 1902, S. 649.
[48]) Jahrb. der D. L.-G. 1902, S. 25, und Deutsche Landw. Presse 1902, S. 649.
[49]) Maercker, Jahrb. der Vers.-Stat. Halle, 1895, S. 56.
[50]) Gerlach, Jahresb. der landw. Vers.-Stat. Posen, 1902.
[51]) Rudorf, Fühlings landw. Ztg. 1898, S. 97.
[52]) Schneidewind, 4. Bericht der Versuchswirtschaft Lauchstädt S. 33.
[53]) Maercker, Jahresb. der agrik.-chem. Vers.-Stat. Halle, 1895, S. 75.
[54]) Desgl. 1895, S. 75.
[55]) Desgl. 1894, S. 18.
[56]) Desgl. 1895, S. 70.
[57]) Fühlings landw. Ztg. 1898, S. 59.
[58]) Hiltner, Deutsche Landw. Presse 1901, S. 213.
[59]) Schneidewind, 4. Bericht der Versuchswirtschaft Lauchstädt S. 30.
[60]) P. Wagner, Die Stickstoffdüngung der landw. Kulturpflanzen, 1892.
[61]) M. Maercker, Jahrb. der agrik.-chem. Vers.-Stat. Halle, 1896.
[62]) Th. Pfeiffer, Landw. Vers.-Stat. Bd. 51, S. 272.
[63]) Schneidewind, 4. Bericht der Versuchswirtschaft Lauchstädt S. 5.
[64]) Desgl. S. 17.
[65]) M. Maercker, Jahrb. der agrik.-chem. Vers.-Stat. Halle, 1896, S. 57.
[66]) M. Maercker, Illustr. landw. Ztg. 1899, S. 680.
[67]) Remy, Deutsche Landw. Presse 1903, S. 34, und Illustr. landw. Ztg. 1902, S. 1010.
[68]) Landw. Jahrb. Bd. 28, S. 746.
[69]) Desgl. S. 858.
[70]) Desgl. S. 834.
[71]) Desgl. S. 869.
[72]) Desgl. S. 762.
[73]) Deutsche Landw. Presse 1903, Nr. 21, S. 175.
[74]) Landw. Jahrb. Bd. 28, S. 885.
[75]) Desgl. S. 1041.
[76]) Schneidewind, 4. Bericht der Versuchswirtschaft Lauchstädt, S. 9.
[77]) Desgl. S. 85.
[78]) Landw. Jahrb. Bd. 28, S. 780 u. 830.
[79]) Desgl. S. 830 u. 908.
[80]) Desgl. S. 762 und Illustr. landw. Ztg. 1899, S. 680.
[81]) Landw. Jahrb. Bd. 28, S. 820.
[82]) 4. Bericht der Versuchswirtschaft Lauchstädt S. 17.

[83]) Landw. Jahrb. Bd. 28, S. 830.
[84]) Desgl. S. 865.
[85]) Wie Nr. 82, S. 13.
[86]) Wie Nr. 83, S. 815.
[87]) Desgl. S. 816.
[88]) Wie Nr. 82, S. 14.
[89]) Wie Nr. 83, S. 908.
[90]) Desgl. S. 871.
[91]) Wie Nr. 82, S. 14.
[92]) Wie Nr. 83, S. 862.
[93]) Desgl. S. 820, 830, 852, 864, 898.
[94]) Desgl. S. 902.
[95]) 4. Bericht der Versuchswirtschaft Lauchstädt.
[96]) Desgl. S. 17.
[97]) Landw. Jahrb. Bd. 28, S. 821.
[98]) Wie Nr. 95, S. 22 u. 30.
[99]) Desgl. S. 22.
[100]) Wie Nr. 79, S. 830.
[101]) Neuhauß-Selchow, Deutsche Landw. Presse 1903, S. 50.
[102]) P. Wagner, Düngungsfragen, Heft 4.

Sach-Register.

Abort 61.
Algenbildung auf dem Boden 38.
Ammoniak-Bakterien 11.
— Bildung von 20.
— Verluste an 10.
Anpassung der Bakterien 34.
Arbeitsteilung der Bakterien 25.
Atmung 3.
— molekulare 7, 20.
Aufbewahrung von Dünger 98.
Ausmisten 54.
Ausnutzung des Stickstoffs 133.
Azotobakter 37.

Bacillus mycoides 22.
— subtilis 22.
Bakterien, Ausscheidungen der 19.
— im Boden 17, 42.
— Einwanderung in Wurzeln 32.
— der Leguminosepflanzen 27.
— stäbchenförmige 32.
Bakteroiden 32.
Bäume an der Düngerstätte 62.
Bodenbakterien 97.
Boden-Bereicherung 36.
Brache 36.
Breiten des Düngers 96.
Brenntorf 52.

Calciumsulfat 71.
Caron 17.
Chilesalpeter 24.
Cyanophyceen 38.

Düngegips 71.
Dünger, Aufladen des 93.
— Ausstreuen des 93.
— Behandlung auf dem Felde 93.
— Behandlung auf dem Hofe 64.
— Gehalt an Nährstoffen 46.
— Liegenlassen in Haufen 94.
— Menge des 45.
Düngerkontrolle 85.
Düngergabeln 93.
Düngerhaken 65.
Düngerstätte, 45.
— Einrichtung 55, 57.
— Form der 56.
— Größe der 56.
— Lage der 55.
— Seitenwände der 57.
— Sohle der 57.
— Umgebung der 61.
Dunstschlote in Ställen 86.
Durchlüftung des Bodens 18, 103.

Eiweiß 21.
Erdparzellen 114.
Erdstreu 54.

Fäulnis 3.
Fäulnisbakterien 3.
Festtreten des Düngers 67.
Flaches Unterpflügen 101.
Futterkrippe 88.

Gare 20, 105.
Gärung des Stalldüngers 65.
Gärungserreger im Stalldünger 66.
Gemüsebau 159.
Gerstendüngung 143.
Getreidedüngung 156.
Gips 71.

Harn, Menge des 47.
— Wirkung des 109.
Harnstickstoff 109.
Harnstoff 12.
Heidestreu 54.
Hochmoor 52.
Höchsterträge an Ernteprodukten 152.
Hofdünger 118, 130, 132.
Hopfen-Düngung 158.
Hülsenfrucht-Düngung 157.
Humusbildung 41.

Jahreswitterung 135.
Jauche 3, 79.
— Kaligehalt der 83.
— Stickstoffgehalt der 83.
Jauche, Verwendung der 103.
— Zusammensetzung der 80.
Jauchegrube 58, 59.
Jauchepumpe 60.
Jaucherinnen 53.
Impfung mit Bakterien 34.

Kainit 77.
Kalk, buttersaurer 19.
— im Boden 19.
— Wirkung des 18.
Kartoffel-Düngung 140.
Klee-Düngung 157.
Knöllchen 28.
Kohlrüben-Düngung 155.
Konservierungsmittel für Stalldünger 71.
Kotstickstoff, Wirkung 107.
Kot, Wirkung des 106.
Krakatau 38.
Kreislauf des Stoffs 21.
Krippen 87.
Krümelstruktur 19.
Kuhkot 106.

Lagerung des Düngers 79.
Laubstreu 54.
Laufställe 85.
Liegenlassen des Düngers 96.
Luft, Fernhaltung der 16.
Lufttemperatur 135.
Lupinenknöllchen 29.

Maul- und Klauenseuche 77.
Menge des Stalldüngers 150.
Mineraldünger 136.
Mistbakterien 124.
Mist, hitziger 47.
— kalter 47.
— von Milchkühen 46.
— von Pferden 46.
— von Schafen 46.
— von Schweinen 46.
Misttragen 64.
Möhren-Düngung 155.
Moorboden, Wirkung der Bakterien im 20.
Moorpflanzen 51.
Musterdüngerstätten 63.

Nichtleguminosen 30.
Niederschläge 135.
Nitratbildner 25.

Nitrit 25.
Nuklein 108.

Obstbaum-Düngung 158.
Organische Stoffe, Oxydation der 17.
Oxydation 17.

Pferdeharn 47.
Pferdekot 106.
Pflanzen, bodenbereichernde 27.
Phosphorsäure 73.
— im Kot 109.
Plaggenstreu 54.
Plantagensalpeter 24.
Präzipitatgips 72.
Protein 21.
Proteus vulgaris 22.

Raps-Düngung 155.
Rindviehharn 47.
Rindviehmist, Wirkung 126.
Roher Boden 102.

Samen-Impfung 35.
Salpeterbildner 13, 23, 26, 49.
Salpeter, Bildung des 23.
Salpeterlager 23.
Salpetersäure 27.
Salpeterzerstörer 13, 41, 49, 70.
Sand-Einstreu 77.
Sarcina lutea 22.
Säure im Torf 52.
Schafharn 47.
Schafkot 106.
Schafmist 128.
Schimmelpilze 15.
Schwefelsäure 73, 74.
Schweineharn 47.
Schweinekot 106.
Schwinden des Düngers 49.
Sellerie-Düngung 159.
Serradellaknöllchen 29.
Spargel-Düngung 160.
Superphosphat 73.
Superphosphatgips 73.
Stalldünger, alter 128.
— Behandlung des 50.
— Bestandteile 44.
— Düngeversuche mit 114.
— Erzeugung des 44.
— Festtreten des 67.
— Feuchthalten des 67.
— frischer 46, 123.
— Humusbildung durch 122.
— Nachwirkung 131.
— organische Masse im 4.
— physikalische Wirkung des 9, 120.
— Unterpflügen des 50, 123, 125.
— Veränderungen beim Aufbewahren 8.
— vergorener 46.
— Verluste an Menge des 2.
— Wärmeerzeugung im 5.
— Wirkung des 105.
— Wirkung des Stickstoffs 113.
— Zersetzung des 7.
— Zusammensetzung des 46.
Stickstoff, elementarer 13.
— festgelegter 15.
— im Flachstall 48.
— im Futter 48.
— im Harn 47.
— im Kot 47.
— im Tiefstalldünger 48, 91.
— im Torf 52.
— Wanderung des 119.
Stickstofffreie Bestandteile des Düngers 41.
Stickstoffsammler 37.
Stickstoffverbindungen, lösliche 15.
— schwer lösliche 15.
Stickstoffverluste 76.
Stoffwechsel 21.
Stoppelfeld 101.
Streumaterialien 50.
Strohschneider 89.
Strohstreu 50.
Stroh, Wirkung von 109.
— Zerschneiden des 51.

Tabak-Düngung 158.
Tätiger Boden 20, 105.
Thermometer im Dünger 68.
Tiefes Unterpflügen 101.
Tiefstalldünger 90, 118, 130 132.
Tiefställe 85.
Torf 70.
Torfdünger 128, 129.
Torfmoos 51.
Torfmull 51.
Torfstreu 51.

Unterpflügen des Düngers 97, 99, 101.
Unterricht über Dünger 95.

Ventilation in Ställen 86.
Verbrennen der Pflanzen 47.
Verdunstung von Stickstoff 100.
Vergärung des Düngers 123.
Verwertung des Stalldüngers 144, 147.
Virulente Bakterien 34.

Wärmebildung 6, 68.
— im Boden 19.
Weinrebendüngung 158.
Weizendüngung 142.
Wruckendüngung 155.

Zersetzung des Düngers 49.
Zwiebeldüngung 159.
Zuckerrübendüngung 138.

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Druck von Fr. Stollberg, Merseburg.

YC 11871